VERSUCHE ZUM ABSTANDSVERHALTEN JUNGER TILAPIEN (CICHLIDAE, TELEOSTEI) IN DER PHASE DER ELTERNBINDUNG

Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors
der Naturwissenschaften
dem Fachbereich Biologie
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Horst Pflittner
aus Breslau (Wroclaw)

1974

74 343

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546528_0001

VERSUCHE ZUM ABSTANDSVERHALTEN JUNGER TILAPIEN (CICHLIDAE, TELEOSTEI) IN DER PHASE DER ELTERNBINDUNG

Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors
der Naturwissenschaften

dem Fachbereich Biologie
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Horst Pflittner
aus Breslau (Wroclaw)

1974

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Tag der mündlichen Prüfung: 18. Juli 1974

Dekan: Prof.Dr. D.Sperlich

1.Berichterstatter: Prof.Dr. H.-M.Peters

2.Berichterstatter: Prof.Dr. D.Varjú

FOTOSCHNELLDRUCK - HANS-JOACHIM KÖHLER - TÜBINGEN - NEUE STR.11

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Literatur	3
3.	Material und Methode	9
3.1.	Die Arten	10
3.2.	Die Aufzucht der Jungfische	10
3.3.	Die Testanlage	14
3.4.	Die Schablonen	17
3.5.	Erwartete Häufigkeitsverteilungen	19
3.6.	Versuchsvariationen	28
3.7.	Die Zusammenfassung der Rohdaten	29
3.7.1.	Protokolle	29
3.7.2.	Häufigkeitsverteilungen	30
3.7.3.	Individuelle Durchschnitts- und Streuungswerte	33
3.7.4.	Normierte Abstandswerte	35
3.7.4.1.	Verteilungen der $ME(X)_{ind}$- und der $\bar{X}_i$-Werte	36
3.7.5.	Mediane der Tagesgruppen	36
3.7.6.	Abstandsmediane von gruppenweis getesteten Tieren	37
3.7.7.	Durchschnittswerte der Streuung	37
3.8.	Statistische Methoden	38
3.8.1.	Die Signifikanztests	43
3.8.2.	Die Fragestellungen	49
3.8.3.	Kriterien für Bindung und Meiden	52
4.	Ergebnisse	55
4.1.	Versuche zur Methode	55
4.1.1.	Form und Größe des Schwimmraumes	56
4.1.2.	Aufenthalt in eckiger Testschale	59
4.1.3.	Attrappe im Mittelpunkt der Schale	60
4.1.3.1.	Zur Geometrie der Testanordnung	66
4.1.4.	Dezentral angeordnete Attrappe	69

4.1.5.	Bewegung der Attrappe	73
4.1.6.	Zum Einfluß der Linien	77
4.1.7.	Test von Gruppen	79
4.1.8.	Auffällige Verhaltensweisen	83
4.2.	Ergebnisse der Hauptversuche	93
4.2.1.	Zur Reproduzierbarkeit	93
4.2.1.1.	Tilapia mariae	93
4.2.1.1.1.	Aufzuchtweise "mit Attrappe"	93
4.2.1.1.2.	Aufzuchtweise "ohne Attrappe"	94
4.2.1.1.3.	Aufzuchtweise "mit sichtbarer Attrappe"	94
4.2.1.2.	Tilapia nilotica	95
4.2.1.2.1.	Aufzuchtweise "mit Attrappe"	95
4.2.1.2.2.	Aufzuchtweise "ohne Attrappe"	96
4.2.2.	Einfluß der Aufzuchtweisen	98
4.2.2.1.	T.mariae	98
4.2.2.2.	T.nilotica	100
4.2.2.3.	T.tholloni	103
4.2.2.4.	Ergebnisse der drei Arten	105
4.2.3.	Unterschiede zwischen den Arten	105
4.2.3.1.	Aufzucht mit Attrappe	106
4.2.3.2.	Aufzucht ohne Attrappe	107
4.2.3.3.	Aufzucht mit sichtbarer Attrappe	108
4.2.4.	Resultate des Fisher-exakt-Tests auf Bindung und Meiden	111
4.2.5.	Vergleich der Ergebnisse	114
5.	Erörterung	116
5.1.	Aspekte der Fragestellung und Erörterung methodischer Details	116
5.1.1.	Abgrenzung der Fragestellung	116
5.1.2.	Zur Methode	118
5.1.3.	Zur Aufzucht der Tiere	120
5.1.3.1.	Zur Aufzuchtweise "ohne Attrappe"	122
5.1.3.2.	Zur Aufzucht "mit sichtbarer Attrappe"	123
5.1.3.3.	Zur Aufzucht "mit Attrappe"	125
5.1.4.	Zur Testanlage	127
5.1.5.	Zur Durchführung der Versuche	131

5.1.6.	Zur Darbietung der Attrappe	 136
5.1.7.	Zur Eingrenzung des Alters	 139
5.1.8.	Zur Relevanz der Ergebnisse bei zentraler Anordnung der Attrappe	 140
5.1.9.	Zum Einfluß der Linien	 141
5.1.10.	Bedeutung der Bewegung der Attrappe	 143
5.1.11.	Zu den Ergebnissen der als Gruppe getesteten Tiere	 146
5.2.	Erörterung der Bindung und ihrer Grundlagen	 149
5.2.1.	Zur Erkennung von "Bindung" und "Meiden"	 149
5.2.2.	Abstand und Bindung	 150
5.2.3.	Bindungs- und andere Appetenzen	 153
5.2.4.	Zur Grundlage des Bindungsverhaltens	 155
5.2.5.	Zur Dauer des Bindungsverhaltens	 159
5.2.6.	Zur Ökologie des Bindungsverhaltens	 163
6.	Zusammenfassung	 168
7.	Literatur-Register	 171
8.	Lebenslauf	 178

Beilage 1: Abbildungen und Legenden

Beilage 2: Tabellen

1. Einleitung

Die Brutpflege der Buntbarsche (Cichlidae, Teleostei) ist in vielfacher Hinsicht untersucht worden. Über das Verhalten der Jungfische in der Phase der Bindung an die Eltern gibt es außer etlichen Aquarianer-Beobachtungen viele Verhaltensanalysen.

Bisher ist aber noch weitgehend unbekannt, ob die Entfernung, in der sich Jungfische von den Eltern aufhalten, gesetzmäßigen Änderungen unterliegt. Darüberhinaus gibt es kaum fundierte Aussagen über die Mechanismen, mit deren Hilfe die Jungfische ihren Abstand von den Eltern bestimmen.

Daher habe ich mir die Aufgabe gestellt, das Abstandsverhalten von Jungfischen aus der Gattung T i l a p i a zu untersuchen.[1)] Dabei war es von besonderem Interesse, zu erfahren, ob und wie sich die Abstände, die junge Tilapien gegenüber einer Elternattrappe einnehmen, mit dem Alter der Tiere ändern. Weiterhin sollte untersucht werden, ob unterschiedliche Aufzuchtbedingungen, die unterschiedliche Erfahrungsmöglichkeiten gegenüber einer Attrappe bieten, die Entwicklung der Abstände beeinflussen. Schließlich sollten die Ergebnisse, die von verschiedenen Arten erhalten wurden, verglichen werden.

Mit Bindung ist im Anschluß an Peters (1963 a, S.680) gemeint, "daß die Jungfische über viele Tage lang dauernd im nächsten Umkreis der Attrappe verbleiben".

Das Wort Abstandsverhalten bezieht sich darauf, daß junge Tilapien unentwegt in der Nähe einer Attrappe schwimmen. Bei diesem Umherschwimmen ändert sich der Abstand zwischen den Jungfischen und der Attrappe laufend. Die bei standardisierter Beobachtungsweise protokollierbaren Abstände - und nicht

- - - - -

1) Während der Zeit, in der ich einen Teil der Versuche durchführte, wurde ich von der Studienstiftung des Deutschen Volkes finanziell unterstützt. Dafür möchte ich mich an dieser Stelle herzlich bedanken.

etwa eine spezielle Verhaltensweise wie das Kontaktverhalten (Bauer, 1968) - sind die ethologische Grundlage der durchgeführten Versuche.

Für das Verständnis der Versuche mag es zunächst genügen, als "Grundlage dieses Verhaltens (...) eine optisch gesteuerte Orientierungsbewegung" anzunehmen, die "in der Zentrierung der Bewegungen auf optische Marken" (Peters, 1963 a, S.686) besteht,

Das Ziel der durchgeführten Untersuchungen war, die Abstände zu messen, die junge Tilapien (T.mariae, T.nilotica und T.tholloni) unter dem Einfluß des Alters und verschiedener Aufzuchtbedingungen gegenüber einer Elternattrappe einnehmen. Darüberhinaus ist eine Klärung der diesem Verhalten zugrundeliegenden Ursachen angestrebt worden.

Diese Arbeit ist als Ergänzung zu den Arbeiten von Peters (1963 a), Peters und Brestowsky (1961), Dambach (1963), Bauer (1968) und Brestowsky (1968) anzusehen, die ebenfalls Aspekte des Bindungsverhaltens junger Cichliden zum Inhalt haben.

2. Literatur

Erstmals führten Breder (1934) und Peters (1937) Attrappenversuche mit jungen Cichliden durch. Sie wiesen nach, daß junge Aequidens latifrons und Haplochromis multicolor in der Phase der Bindung an die Eltern vorwiegend optisch auf Reize, die vom Körper der Eltern ausgehen, mit Zuwendung und Annäherung reagieren.

In der Folgezeit wurde das Bindungsverhalten junger Cichliden von vielen Autoren untersucht (z.B. Noble, Kumpf und Billings 1939, Peters 1941, Baerends und Baerends van Roon 1950, Kirchshofer 1953, Reinboth 1956, Bergmann 1968, Hildemann 1959, Goude und Andersson 1971, Goude 1971, Kühme 1962, Kuenzer 1962).

Die Suche nach Schlüsselreizen, die die Bindung zwischen Eltern und Jungtieren vermitteln, führte zu der Entdeckung, daß Jungfische auf spezifische Farb-, Form- oder Bewegungsstrukturen bzw. Kombinationen derselben ansprechen (Kuenzer 1966, E.und P.Kuenzer 1962, Kuenzer 1962, Hildemann 1959, Ward und Barlow 1967, Noble und Curtis 1939 und Peters 1937).

Zur Beeinflussung des Brutpflegeverhaltens der Elterntiere durch Hormone führten Blüm und Fiedler (1964, 1965) sowie Blüm (1966) Versuche durch. Hierbei ergaben sich Hinweise auf die Aktivierung des Brutpflegeverhaltens durch Prolactin (LtH).

Untersuchungen zur Frage, wie die Eltern ihre eigenen Jungen von anderen unterscheiden, führten Baerends und Baerends van Roon (1950), Collins und Braddock (1962), Greenberg (1963 a, 1963 b), Kühme (1963), Myrberg (1964, 1966), Noble und Curtis (1939) sowie Reidt und Atz (1958) durch. Diese Autoren haben bereits auf die Bedeutung der Chemorezeption und des Sehens für das Erkennen der Jungen durch die Eltern hingewiesen.

Als Auslöser für das Bindungsverhalten der Jungfische dienten Attrappen verschiedener Form. Scheiben (Baerends und Baerends van Roon 1950, Kuenzer 1962, Kuenzer 1966) und Kugeln (Peters

und Brestowsky 1961, Bauer 1968, Bretsowsky 1968, Langescheid 1968 und 1972) wie auch fischähnliche plastische Körper (Peters 1937, Reinboth 1956, Cole und Ward 1968) können Bindungsreaktionen auslösen.

Die artenreiche Gattung Tilapia (Peters 1961) bot sich auch zu Untersuchungen an, die mit dem Verhalten auf unmittelbare oder mittelbare Weise zusammenhängen (Peters 1959, 1960, 1963 b, 1964, v.Kraft und Peters 1963, Fishelson 1966, Arnold, Kriesten und Peters 1968, Spieser Dissertation 1970, Goedel 1974 , Aronson 1949, Aronson und Holz-Tucker 1950, Shaw 1950, Shaw 1951, Shaw und Aronson 1954, Lowe (Mc Connell) 1955, 1958, 1959, Ben Tuvia 1960, Ruwet 1968, Destehexhe-Gomez und Ruwet 1967).

Die Entwicklungsgeschichte einiger Tilapia-Arten wurde von Dambach (1963), Peters (1965), Fishelson (1966) und Abu Gideiri (1969) untersucht. Wie in vergleichenden morphologischen Untersuchungen der Hirnnerven (Spieser 1970) und der Schädelknochen und -muskeln (Goedel, in Vorb.) gezeigt werden konnte, sind die morphologischen Unterschiede zwischen den Arten T.nilotica und T.tholloni auffallend gering. Trotz aufzeigbarer Unterschiede in der Entwicklungsgeschwindigkeit stimmen die Arten so weit überein, daß Peters und Brestowsky (1961), Heinrich (1967) und Bauer (1968) über erfolgreiche Bastardierungsversuche berichten konnten.

Speziell mit der Erforschung des Verhaltens junger Tilapien an Elternattrappen haben sich Peters (1963 a und 1963 c), Peters und Brestowsky (1961), Brestowsky (1968), Bauer (1968), Langescheid (1968 und 1972), Goude (1971), Goude und Andersson (1971) auseinandergesetzt.

Peters problematisierte das Bindungsgeschehen und seine Grundlagen und berichtet über Beobachtungen an jungen Tilapien, die in Testbedingungen gegenüber einer Elternattrappe deutliche Unterschiede im Verhalten zeigen, die mit ihrer Zugehörigkeit zu den ethologischen Typen Substrat- und Maulbrüter zusammenhängen.

Brestowsky führte Versuche durch, die der Frage nach der Grundlage und der Modifizierbarkeit des Bindungsverhaltens entsprachen. Bauer untersuchte speziell das Kontaktverhalten, das in der Gattung Tilapia hauptsächlich bei Maulbrüter-Jungfischen auftritt. Langescheid (1972) prüfte, ob dem Bindungsverhalten chemisch erfaßbare neurale Prozesse zugrunde liegen. Die Ergebnisse seiner Transfer-Versuche sprechen für eine solche Annahme.

Goude (1971) berichtet, daß sich junge T.mossambica häufiger bei einer schwarzen als bei einer weißen Attrappe aufhalten. Goude und Andersson (1971) analysierten Verhaltensweisen der Annäherung und Abwendung junger T.mossambica in Abhängigkeit von Reiz und Alter.

Bei den bisher vorliegenden Befunden zum Bindungsverhalten junger Tilapien erschien es mir sinnvoll und notwendig, eine Einschätzung der Bindung auf der Grundlage von Messungen bzw. Schätzungen des Abstands vorzunehmen, den junge Tilapien gegenüber einer Elternattrappe einnehmen.

Die Fragestellung - Untersuchung des Verhaltens, das Bindung an Eltern erkennen läßt - erschien mir insofern interessant, als Befunde von R.Spitz - besprochen bei E.Schmalohr (1968) - ergeben hatten, daß Kinder, die im Säuglingsalter von der Mutter getrennt werden und in Hospitälern aufwachsen, schon im Kleinkindalter Verhaltensweisen zeigen können, die sich dahingehend interpretieren lassen, daß die Trennung von der Mutter zu schweren Verhaltensstörungen führen kann. R.Spitz berichtet über Autismus, Depression und andere psychogenetische Erscheinungen. Derartige Verhaltensweisen können weiterbestehen und noch das soziale Verhalten mutterlos aufgewachsener Erwachsener so bestimmen, daß im Sinne gesellschaftlicher Verhaltensnormen von gestörtem Verhalten gesprochen wird.

Unter fast identischer Fragestellung wie R.Spitz hat Harlow mit verschiedenen Mitarbeitern Untersuchungen an jungen Meerkatzen durchgeführt. Deren Beobachtungen (ebenfalls bei E.Schmalohr (1968) besprochen) zeigen, daß soziale Isolation

im Säuglingsalter bei den Meerkatzen sowohl zu aktuellen Verhaltensänderungen wie auch zu Spätfolgen führt.

In der Annahme, daß sich im Verhalten von Fischen, die als Jungtiere von ihren Eltern geführt werden, auch Verhaltensunterschiede finden lassen, die auf unterschiedliche Präsenz von Eltern oder elternadäquaten Attrappen zurückgeführt werden könnten, führte ich die Versuche durch. Beobachtungen hinsichtlich der möglichen Spätfolgen nach unterschiedlichen Aufzuchtweisen habe ich nicht in die Untersuchungen einbeziehen können.

Als ich die Versuche begann, waren mir die Ergebnisse der von Brestowsky (1968) durchgeführten Versuche, die zum Teil zum gleichen Themenkreis zuzurechnen sind, nicht bekannt.

Zunächst bemühte ich mich, eine Methode zu entwickeln, die erlaubt, das was mit dem Wort Bindungsverhalten gemeint ist, quantitativ zu erfassen, um aufgrund quantifizierbarer Resultate Aussagen über Einflüsse verschiedener Aufzuchtweisen auf das Bindungsverhalten formulieren zu können.

Bei der abschließenden Formulierung der Ergebnisse bot es sich an, die psychologisch orientierte Argumentation, wie sie z.B. von Spitz und Harlow und Mitarbeitern zur Interpretation ihrer Befunde benutzt wird, nicht zu übernehmen. Denn es scheint mir schwer möglich, psychologische Argumentation über Verhalten bei Fischen anzuwenden, zumal ich im Laufe der Vorversuche dazu kam, auf die Beobachtung spezieller Bindungsbewegungen (wie etwa Kontakte, Bauer 1968) zu verzichten.

Vielmehr bietet es sich an, die Ergebnisse im sprachlichen Rahmen der Ethologie zu deuten. Dabei werden Begriffe wie Appetenz, Endhandlung und sensible Phase benutzt, die Grundvorstellungen der Ethologie beinhalten. Die Anwendung dieser Begriffe ist damit zu rechtfertigen, daß sie Bedeutungsinhalte von Denkmodellen transportieren, die sich meines Erachtens nach auch auf das Verhalten der beobachteten jungen Tilapien anwenden lassen.

Zugestandenermaßen ist der erklärende Wert gewisser ethologischer Modelle im Sinne der Physiologie unzureichend. So

hat Lehrman (nach Peters 1962 a) gezeigt, daß die Hypothese vom angeborenen auslösenden Mechanismus, die im Wesentlichen auf von Uexküll, Lorenz und Tinbergen zurück geht, bezüglich ihres erklärenden Wertes als gering anzusehen ist. Dies mag auch für Begriffe wie Endhandlung, Appetenz oder sensible Phase gelten. Zumindest sollte die Anwendung dieser Begriffe nicht von der Notwendigkeit entheben, die - etwa sinnes-, neuro- und hormonphysiologischen - Grundlagen dessen zu erarbeiten, was mit diesen Begriffen gemeint ist. Zu welchen Fragestellungen weiterführende Versuche durchgeführt werden könnten, wird im abschließenden Teil darzulegen sein.

Brestowsky (1968) berichtet über Versuche, die er mit jungen T.heudeloti (von Brestowsky als T.macrocephala bezeichnet) zur Frage der Auslösbarkeit von Bindungsverhalten durchgeführt hatte. Diese Versuche mit Tieren, die keine Bindung an den maulbrütenden Vater erkennen lassen, führten zu folgenden Feststellungen.

1) Die T.heudeloti werden im Alter von 14 bis 16 Tagen schwimmfähig. Die Größe der Eier ist hierfür als ein entscheidender Faktor anzusehen.

2) Erst nach dem Schwimmbeginn werden die T.heudeloti von ihrem maulbrütenden Vater entlassen. Es scheint, daß zwischen Eigröße und dem Zeitpunkt des Entlassens eine Korrelation besteht.

3) Wachsen Dottersacklarven von T.heudeloti so auf, daß sie vor Schwimmbeginn eine sich bewegende Attrappe sehen und ihre Druck- und Strömungsreize spüren können, zeigen sie später, d.h. nach Schwimmbeginn, kein Bindungsverhalten gegenüber einer Attrappe.

4) Wird die Dottermenge der Tiere reduziert, können die T.heudeloti früher schwimmen. Werden die verfrüht schwimmfähigen T.heudeloti im Alter von 12 Tagen ab Laichdatum einer bewegten Attrappe ausgesetzt, zeigen sie etliche Elemente des Bindungsverhaltens.

Aus diesen Befunden schließt Brestowsky, daß Bindungsverhalten nur dann entstehen kann (und die Dauer der sensiblen

Phase übersteht), wenn Tiere in der sensiblen Phase die Attrappe nicht nur sehen und spüren können, sondern auch in Bezug zu der Attrappe Schwimmbewegungen durchführen können. Dieser Befund - eigene Bewegungen in Bezug auf das Objekt durchführen, läßt Bindung entstehen - ist wichtig für die Frage nach den Grundlagen der Bindung.

3. Material und Methode

In der Literatur werden unterschiedliche Elternattrappen beschrieben, mit denen das Bindungsverhalten junger Cichliden ausgelöst werden kann. Im Anschluß an Peters (1963 a) und seine Schüler benutzte ich schwarz lackierte Kugelattrappen aus Glas. Eine Kugel als Attrappe hat den Vorzug gegenüber Scheiben oder fischähnlichen Körpern, daß sie ein in allen Richtungen gleiches optisches Umfeld besitzt.

Zum Einfluß der Attrappengröße hat Langescheid (1968) Versuche mit jungen T.nilotica und Pseudocrenilabrus multicolor[1)] durchgeführt. Er fand, daß Kugelattrappen von 40 mm Durchmesser für T.nilotica im Bereich der optimal wirkenden Attrappengröße liegen. Da auch junge Tilapien aus anderen Arten auf Attrappen dieser Größe intensiv mit Zuwendung und Annäherung reagieren, wurde die Attrappengröße beibehalten, die schon Peters und Brestowsky (1961), Bauer (1968) und Brestowsky (1968) benutzt hatten.

Die Einflüsse von Farbe und Helligkeit der Attrappe hat Brestowsky ebenfalls untersucht. Er führte Simultanwahlversuche durch. Nach den Ergebnissen gehören schwarze Attrappen für T.nilotica zu der Gruppe der besonders stark anziehenden Attrappen. Die T.tholloni reagierten auf grüne bzw. dunkelgraue Attrappen besser als auf schwarze.

Brestowsky führte auch Versuche durch, um den Einfluß unterschiedlicher Bewegungsgrößen zu untersuchen. Er fand, daß beide genannten Tilapia-Arten auf vertikal schwingende Attrappen, die mit unterschiedlicher Frequenz - 1,8 bis 6,8 Schwingungen pro Sekunde - geboten wurden, mit nur geringen Unterschieden etwa gleich stark reagierten. Jedoch werden Bewegungen mit größerer Amplitude (30 mm) deutlich bevorzugt gegenüber Bewegungen mit kleinerer Amplitude (5 mm). Über Versuche mit unbewegter Attrappe teilt Peters mit, daß "Bindung unter Umständen aber auch an einer ruhenden Attrappe erfolgen" kann (Peters, 1963 a, S.680). Bisher sind mit jungen Tilapien

- - - - -

1) Früher: Hemihaplochromis m. (Wickler)

noch keine Versuche durchgeführt worden, bei denen die Attrappe horizontal schwingend bewegt worden wäre.

Bis auf besonders erwähnte Ausnahmen bot ich den Tilapia-Jungfischen stets vertikal bewegte oder am Ort stehende Attrappen. Die Attrappen waren in meinen Versuchen stets einzeln geboten. Ich halte es für unwahrscheinlich, daß die von Brestowsky in Wahlversuchen ermittelten Bevorzugungen verschiedener Färbungen bzw. Bewegungsgrößen der gebotenen Attrappen auch zur Auswirkung kommen, wenn nur eine einzige Attrappe geboten wird.

3.1. Die Arten

Die Versuche wurden mit Jungfischen aus der Gattung Tilapia durchgeführt. Arten dieser Gattung sind beheimatet in stehenden und fließenden Gewässern im nahen Osten und in Afrika. Die Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die zu Versuchen herangezogenen Arten, die Zugehörigkeit zu den ethologischen Typen Substrat- oder Maulbrüter; ferner die Belegnummern, unter denen sich Belegexemplare in der Zoologischen Sammlung des Bayerischen Staates, München, befinden.

Einzig T.mariae waren Nachkommen von Wildfängen, die Peters im Jahre 1967 bei einem Aufenthalt in Nigeria beschafft hatte. Die T.tholloni und T.nilotica wurden von Frau Dr. Trewawas, London, bestimmt. Belegexemplare dieser Arten befinden sich überdies im British Museum, Natural History, London.

3.2. Die Aufzucht der Jungfische

Die Tilapien sind Warmwasserfische. Daher werden sie bei einer Temperatur von 27 ± 3°C gehalten. Die Aquarien, in denen die adulten Tiere ablaichen, sind bis zu 3 m lang, etwa 1 m tief und 1 m breit. Gefüttert werden sie mit käuflichem Futter: Tetra-Min, Haferflocken, Hackfleisch und Kopfsalat. Bei reichlicher Fütterung, ausreichender Belüftung des Wassers und laufender Erneuerung des bei starker Fütterung schnell verschmutzenden Wassers laichten die Tiere hinrei-

chend oft. Brestowsky (1968) beschreibt die Haltung der adulten Tiere erschöpfend.

Etwa 3 bis 24 Stunden nach dem Laichakt wurden die Eier in spezielle Aufzuchtschalen gebracht und in einem Brutschrank bei 27,0 ± 1°C aufgezogen. Die benutzte Aufzuchtmethode ist von Brestowsky (1968) beschrieben worden. Eine bei späteren Versuchen benutzte Abwandlung der Aufzuchtapparatur, deren Konstruktion auf Brestowsky zurückgeht, ist von Langescheid (1972) beschrieben worden. Hier sei nur hervorgehoben, daß die Eier stets mit temperiertem und belüftetem Wasser versorgt wurden. Für die Aufzucht der Maulbrüter-Eier ist es notwendig, daß beachtet wird, daß die Eier nicht auf dem Boden des Aufzuchtgefäßes liegen dürfen. Sie müssen ständig bewegt werden. Andernfalls kommt es nach Peters (1963 c) zu Veränderungen, die eine hohe Sterblichkeit der Embryonen herbeiführen: Die verschiedenen Bestandteile des Dotters entmischen sich und schichten sich gemäß ihrem unterschiedlichen spezifischen Gewicht; der heranwachsende Keim verlagert sich aus der Ausbuchtung des perivitellinen Raums heraus und wird durch die Eihülle in die Dottermasse eingedrückt.

Veränderungen in der Aufzuchttemperatur führen nach Bauer (1968) zu Unterschieden in der Entwicklungsgeschwindigkeit, und wirken sich auch auf das Bindungsverhalten aus.

Die Eier, Larven und Jungfische sind wie die adulten Tiere einem 12-stündigen Hell-Dunkel-Wechsel ausgesetzt. Das Licht wird über eine Schaltuhr morgens um 8 Uhr ein- und abends um 20 Uhr ausgeschaltet.

Entsprechend der Frage, ob die Abstände, die junge Tilapien gegenüber einer Elternattrappe einnehmen, von der Aufzuchtsituation abhängig sind, entwickelte ich drei verschiedene Aufzuchtweisen.

Eine Aufzuchtweise besteht darin, daß die Tiere - außer in der Testsituation - völlig ohne Attrappe aufwachsen. Eine weitere Aufzuchtsituation besteht darin, daß die Jungfische in ihrem Aufzuchtgefäß eine Attrappe vorfinden, die sie sowohl sehen wie auch berühren können. Die dritte Variante

schließlich besteht darin, daß die Tiere in ihrem Aufzuchtgefäß keine Attrappe vorfinden - doch hängt neben ihrem gläsernen Aufzuchtgefäß eine Attrappe, die sie sehen können.

Diese Aufzuchtweisen - detaillierte Beschreibung folgt - hatte ich entwickelt, nachdem ich von Brestowskys Befunden, die erst 1968 veröffentlicht wurden (meine Versuche begannen 1965), gehört hatte: Brestowsky hatte erkannt, daß dem Bindungsverhalten eine sensible Phase zugeordnet werden muß. In dieser Phase muß es manifest werden, um die artgemäße Ausprägung zu erhalten. Wird das Zustandekommen der Bindung verhindert, dann zeigen die Jungfische "Meideverhalten" (Brestowsky 1968). Auf der Suche nach Faktoren, die in der sensiblen Phase wirksam sein können, stieß ich in Vorversuchen auf die Abhängigkeit der Abstandswerte von der vor dem Versuch gemachten "Erfahrung" mit der Attrappe.

Für einen Vorversuch hatte ich junge T.tholloni - Geschwister - teils ohne, teils mit Attrappe aufwachsen lassen. Über mehrere Tage hinweg setzte ich Tiere aus beiden Gruppen je einzeln in eine Glasschale, in der sich eine stationär auf- und abbewegte Attrappe befand. Die mit Attrappe aufgewachsenen Tiere schwammen über mehrere Tage hin recht nahe bei der Attrappe. Die ohne Attrappe aufgewachsenen entfernten sich demgegenüber sehr weit von der Attrappe.

Einige weitere Beobachtungen ließen mich die hervorragende Bedeutung des optischen Sinnes für das Bindungsverhalten einschätzen:

In einem Vorversuch hatte ich junge T.tholloni bei einer Attrappe aufwachsen lassen, die durch einen Glaszylinder abgeschirmt war. Ich sah, daß die Tiere deutlich auf die abgeschirmte Attrappe hin schwammen. An der Glaswand schwammen sie unentwegt mit auf die Attrappe gerichteter Körperhaltung. Mit dem Kopf an der Wand schwammen die Tiere minutenlang an der Glaswand umher. Derartige Bewegungen waren von mehreren Tieren über etliche Tage zu beobachten.

In einem anderen Vorversuch setzte ich junge T.tholloni in ein Glasgefäß, neben dem eine Attrappe stationär vertikal schwingend bewegt wurde. Die einzeln eingesetzten Tiere schwammen stets nach kurzer Zeit zu dem Wandteil der Glasschale, hinter dem sich die Attrappe befand. Sie schwammen dort derartig hin und her - der Kopf war stets auf die Attrappe ausgerichtet - daß angenommen werden muß, daß die Tiere die neben dem Glasgefäß schwingende Attrappe optisch wahrgenommen hatten.

Gleiches Verhalten zeigten später auch T.nilotica und T.mariae, die als Jungfische in diese Glasschale gesetzt wurden.

Der Bewegung der Attrappe wird bezüglich der auslösenden Wirkung auf das Bindungsverhalten große Bedeutung zugemessen. Dementsprechend führte ich Versuche mit bewegten und nicht bewegten Attrappen durch. Ich ließ Tiere auch mit stehender Attrappe aufwachsen.

Etwa ab Schwimmbeginn wuchsen die Tiere in den im Folgenden beschriebenen Aufzuchtgefäßen heran (vgl. Abb.1):

In einem Aquarium (Länge 2 m, Breite 32 cm, Höhe 26 cm) standen drei Vollglasbecken (Höhe 26 cm, Länge 35 cm, Breite 23 cm). Alle waren an ihren Seiten mit grauen PVC-Platten umstellt. Lediglich an der rechten Seitenwand des Vollglasbeckens, das die Aufzuchtweise "mit sichtbarer Attrappe" ermöglichte, stand keine PVC-Platte. Vor die Frontscheibe des 2 m langen Aquariums stellte ich ebenfalls graue PVC-Platten, die lediglich beim Herausfangen der Fische und bei der Reinigung der Vollglasbecken entfernt wurden. Die Platten isolierten die Vollglasbecken optisch voneinander. Das 2 m lange Aquarium war mit Wasser gefüllt. Das Wasser in den Vollglasbecken war durch ein U-Rohr mit dem Wasser im Aquarium verbunden. Ein V2A-Drahtnetz hinderte die Fische daran, das Vollglasbecken durch das U-Rohr hindurch zu verlassen. Das Wasser in den Glasbecken wurde durch je einen Wasserheber, der durch den Luftschlauch von einer Membranpumpe mit Luft versorgt wurde, ständig ergänzt und belüftet. Über dem Aquarium befand sich eine Stellage, die es erlaubte, in der räumlichen Mitte jedes Glasbeckens eine mechanisch auf- und abbewegte bzw. ruhende Attrappe anzubringen. Die Attrappen wurden über den Exzenter eines Motors bewegt. Die Tiere wurden etwa ab Schwimmbeginn in die Glasbecken hineingesetzt, die für die verschiedenen Aufzuchtweisen wie folgt hergerichtet waren:

1) Unter der Aufzuchtweise "mit Attrappe" wuchsen die Tiere in einem Vollglasbecken heran, in dessen räumlicher Mitte eine schwarz lackierte Attrappe von 40 mm Durchmesser mechanisch mit einer Frequenz von 1 Schwingung pro Sekunde und einer Amplitude von 1 cm über einen Seilzug bewegt wurde.

2) Unter der Aufzuchtweise "ohne Attrappe" wuchsen die Tiere in einem Vollglasbecken heran, das keine Attrappe enthielt und durch PVC-Platten optisch isoliert war.

3) Unter der Aufzuchtweise "mit sichtbarer Attrappe" wuchsen die Tiere in einem Vollglasbecken heran, in dem keine Attrappe hing; die Tiere konnten aber durch die Glaswand hindurch eine Attrappe sehen, die 17 cm von der Glaswand entfernt neben dem Vollglasbecken hing. Die Attrappe bei dieser Aufzuchtweise war stets bewegt mit den oben angegebenen Bewegungsgrößen.[1)]

Im Anschluß an die Hauptversuche, die dem Einfluß der Aufzuchtweisen galten, führte ich zusätzliche Versuche durch, die dem Einfluß veränderter Testbedingungen galten. Für diese Versuche stand das 2 m lange Aquarium nicht mehr zur Verfügung. Daher standen die Vollglasbecken nicht mehr in dem 2 m langen Aquarium, sondern auf einem Tisch. Auch diese Vollglasbecken waren gegeneinander optisch isoliert. Als Sichtblende dienten mittelgraue PVC-Schaumplatten. Die für die Aufrechterhaltung der Wassertemperatur nötigen Teile wie Heizer und Regler befanden sich in einem Vollglasbecken, das optisch abgeschirmt neben den Aufzuchtbecken stand. Wiederum wurde der Austausch des Wassers durch Wasserheber und U-Rohre erreicht. Die Tiere wuchsen bei 27 ± 1°C auf. Sie wurden täglich drei Mal mit Artemia-Nauplien gefüttert. Etwa alle drei Tage wurden Futterreste, Kot und Kahmhaut entfernt. Die V2A-Drahtnetze vor dem Eingang der U-Rohre wurden täglich von den sich an ihnen sammelnden Futterresten gereinigt.

3.3. Die Testanlage

Die Versuchsanordnung, in der die Abstände der Tilapia-Jungfische von der Attrappe ermittelt wurden, ist eine in einem verschließbaren Holzkasten stehende runde Glasschale. Ihre Höhe ist 102 mm, ihr Radius 147 mm. Diese Maße sind innen in der Schale gemessen. Die Wandstärke beträgt 5 mm (vergl. Abb.2). Die Glasschale ist außen umhüllt mit einem Streifen weißer Kartonpappe von 102 mm Höhe. Sie steht in

1) Mit dem Wort "Aufzuchtweise" ist gemeint, daß die Tiere bis zum Ende der Versuche in den genannten Gefäßen untergebracht waren.

dem Holzkasten auf einer Glasplatte (40 x 40 mm). Diese ist hinten, rechts und links auf drei Holzleisten aufgelegt, die innen am Boden des Holzkastens befestigt sind. Von vorn her kann unter die Glasplatte eine Schablone geschoben werden. Als Schablonen werden weiße Kartonpappen benutzt, auf die mit hartem Bleistift Linien aufgetragen worden waren, die es ermöglichen, den Aufenthaltsort des Fisches bzw. den Abstand zur Attrappe anzugeben. Die einzelnen Schablonen unterscheiden sich durch die Anordnung der Linien, sie werden noch eingehend dargestellt.

Der Holzkasten dient zur Abschirmung störender optischer Reize und trägt die Glühbirnen. Er ist aus 2,5 cm dickem Sperrholz angefertigt. Seine Maße sind: Länge 60 cm, Breite 60 cm, Höhe 25 cm. Etliche Teile des Holzkastens sind miteinander und mit der Bodenplatte fest verbunden; andere wieder sind so miteinander verbunden, daß sie zusammen wie eine Tür bewegt werden können. Die mit der Bodenplatte fest verbundenen Teile sind: Die rechte Seitenwand, die hintere Wand, der hintere Teil der linken Seitenwand und der hintere Teil des Deckels. Miteinander verbunden sind folgende Teile: Vorderer Teil der linken Seitenwand, vordere Wand und vorderer Teil des Deckels. Dieser vordere Teil des Kastens ist mit dem hinteren Teil durch Scharniere verbunden, die an der linken Seitenwand außen am Kasten angebracht sind, wo diese zerteilt worden war. Aus dem Deckel des Kastens waren im vorderen und hinteren Teil - mittelpunktsgleich mit der im Kasten stehenden Glasschale - Halbkreisflächen mit dem Radius 20 cm herausgesägt worden. Dadurch ist der geschlossene Kasten von oben zugänglich. Ebenfalls zum Abschirmen optischer Reize dienten zwei halbe Zylinder aus verzinktem Eisenblech, die so auf dem vorderen und hinteren Teil des Deckels befestigt sind, daß sie bei geschlossenem Kasten einen geschlossenen Zylinder bilden. Das Innere des Kastens wird durch 4 Glühbirnen von je 15 Watt beleuchtet, die in je eine Sockelfassung eingeschraubt wurden. Die Fassungen sind je 5 cm von der Wand des Kastens entfernt. Der Kasten ist innen mit mattweißem Lack bestrichen. Lediglich der Boden und die senkrechten Wände sind bis zu einer Höhe von 10 cm schwarz gestrichen.

Die Attrappe hängt von oben in die Glasschale hinein. Sie kann an einem Perlonfaden, der mit einem Exzenter in Verbindung steht, mechanisch auf und ab bewegt werden. Wenn sie bewegt wird, entsprechen die Amplitude und Frequenz denen, die auch in den Aufzuchtanlagen eingestellt worden sind: Amplitude 10 mm, Frequenz 1 Schwingung pro Sekunde.

Über dem oberen Rand des Blechzylinders ist, verbunden mit dem hinteren Teil des Holzkastens ein Spiegel angebracht. Der Spiegel ist im Winkel von 45° nach vorn geneigt. Daher kann über den Spiegel in das Innere des Kastens, in die Glasschale hineingesehen werden. Dort befindet sich während des Versuchs die mit Wasser gefüllte Glasschale, in ihr ein Fisch und die Attrappe. Durch das Wasser und die Bodenplatte der Glasschale hindurch sind die Linien der Schablone zu erkennen.

Vor dem Versuch wird die Glasschale mit vortemperiertem Wasser gefüllt. Durch die Wärmeabstrahlung der Glühbirnen behält es seine Temperatur über Stunden, wenn der Raum eine Temperatur von etwa 22°C hat. Der eigentliche Test besteht nun darin, daß ein Tier in die mit $27 \pm 1^{\circ}$C warmem Wasser gefüllte Glasschale eingesetzt wird. Für fünf Minuten bleibt es in der Glasschale und wird beobachtet. Alle 5 Sekunden wird zu einem Zeitsignal, das von einem Diktiergerät über einen Kleinlautsprecher in das Ohr des Beobachters gerät, der Aufenthaltsort des Tieres notiert, wo es sich während des Zeitsignales befindet. Dieser Ort wird anhand der unter der Glasschale liegenden Schablone angegeben. Besonders auffällige Bewegungen des Fisches wie etwa Kontakte, längeres Am-Ort-Verweilen oder Am-Rand-Herumrasen wurden auch mitprotokolliert.

Abweichend von der eben beschriebenen Prozedur wurden auch Versuche mit Gruppen von Fischen durchgeführt. Dabei lag unter der Glasschale eine Schablone, auf der sich die Kreislinien befanden. Alle 10 Sekunden wurde die Glasschale mit ihrem Inhalt fotografiert. Der Fotoapparat stand auf einem Holzgestell, das jeweils vor Versuchsbeginn auf den vorderen Teil des geschlossenen Holzkastens gestellt wurde. Bei

der geringen Helligkeit in der Glasschale war es angebracht, die Aufnahmen mit einem hochempfindlichen Film zu machen. Ein geeigneter Film war Ilford H P 4, er wurde bei Blende 4 mit 1/125 sec Belichtungszeit belichtet. Zur Auswertung wurden die Negative auf eine 1:2 verkleinerte Schablone projiziert, die Aufenthaltsorte aller Tiere wurden für jedes Negativ protokolliert.

Ebenfalls fotografisch protokolliert wurden Einzeltiere, wenn unter der Glasschale eine Schablone ohne Linien lag. Derartige Versuche wurden durchgeführt, um zu erkunden, ob die auf der Schablone befindlichen Linien die Abstandswerte beeinflußten.

Während in der beschriebenen Weise die Aufnahmen mit den Einzeltieren gemacht wurden, wurde der jeweils vor der Aufnahme durch den Sucher des Fotoapparates erkennbare Abstand des Tieres geschätzt und eine Angabe über die Bewegung des Tieres diktiert und von einer MTA protokolliert. Diese Begleitprotokolle ermöglichten, die Betrachtung der Negative zu ergänzen; insbesondere war es vor Beginn dieser Versuchsreihe fraglich, ob Tiere, die sich in schneller Bewegung befanden, auch hinreichend deutlich auf dem Negativ zu erkennen waren.

Derartige Begleitprotokolle wurden nur angefertigt, wenn einzeln in die Glasschale gesetzte Tiere fotografiert wurden. Bei den Gruppen war es nicht möglich, so viele Angaben zu diktieren, wie protokollierenswert gewesen wären. Die Fotos der Gruppen ließen sich ohne besondere Schwierigkeiten auswerten. Selbst die sich bewegenden Tiere konnten zumindest als Strich im Negativ identifiziert werden.

3.4. Die Schablonen

Zur Bestimmung des Aufenthaltsortes bzw. des Abstandes von der Attrappe wurden verschiedene Schablonen benutzt (vgl. Abb.3). Diese Schablonen unterschieden sich folgendermaßen:

In einem Falle (1) wurde eine Schablone ohne Linien benutzt.

Diese wurde nur beim fotografischen Registrieren der Aufenthaltsorte von einzelnen Tieren verwandt.

Weiterhin (2) wurde eine Schablone benutzt, die durch senkrecht und wagerecht aufgetragene Geraden, die voneinander je 2 cm entfernt waren, die Fläche unter der Glasschale in Quadrate aufteilte. Diese Schablone sollte es ermöglichen, den Aufenthaltsort eines Tieres zu den Zeitpunkten möglichst exakt anzugeben. Entsprechend dieser Schablone wurden die Einzelbilder der Abbildung 4 angefertigt.

Entsprechend der Anordnung der Attrappe in der Schale wurden zwei weitere Schablonen benutzt. Bei einem großen Teil der Versuche war die Attrappe 10 cm neben dem Mittelpunkt der Glasschale angeordnet. Entsprechend dieser dezentralen Anordnung der Attrappe in der Glasschale wurde eine Schablone (3) benutzt, auf der sich Kreislinien befanden, die um einen Punkt herum aufgetragen waren, der dem Punkt unter dem Mittelpunkt der Attrappe entspricht. Um diesen Punkt herum waren neun Kreislinien gezogen worden. Dabei hatten die Radien die Größen 2,5 cm, 5,0 cm, 7,5 cm, ... bis 12,5 cm. Die Kreise bzw. Kreisbögen teilten die Fläche unter der Glasschale in 10 Bereiche auf, die ich mit Ziffern 0 bis 9 bezeichnete. Entsprechend konnte der Abstand der Tiere von der Attrappe direkt angegeben werden.

Einige Versuche führte ich durch, bei denen die Attrappe über dem Mittelpunkt der Bodenfläche der Glasschale angeordnet war. Entsprechend stellte ich eine Schablone her (4), auf der um den Punkt unter dem Mittelpunkt der Attrappe herum Kreise mit den Radien 2,5 cm, 3,9 cm, 5,3 cm, ..., 13,7 cm aufgetragen waren. Die Differenz der Radien beträgt jeweils 1,4 cm. Durch die 9 Kreise entstanden wiederum 10 Abstandsbereiche. Zusätzlich hatte ich 8 Sektoren markiert, die die Fläche unter der Glasschale in 8 gleichgroße Richtungsbereiche teilten. Diese Schablone ermöglichte es, die Aufenthaltsorte nach Abstand und Richtung anzugeben.

Schließlich stellte ich entsprechend der Frage, ob Linien auf den Schablonen die Aufenthaltsorte der Tiere beeinflus-

sen, zwei weitere Schablonen her. Auf beiden hatte ich senkrechte und wagerechte Linien wie üblich mit schwach zeichnendem harten Bleistift aufgetragen. Die Linien hatten voneinander den Abstand 3,0 cm. Sie teilten die Fläche unter der Schablone in Quadrate von 3 cm Kantenlänge. Als Bezugspunkt für die Linien galt der Mittelpunkt der Schablone entsprechend dem Mittelpunkt der Glasschale. Etliche Aufenthaltsbereiche waren von einem Kreisteil entsprechend dem Rand der Glasschale begrenzt. Bei einer dieser Schablonen (5) zeichnete ich die senkrechten Linien mit einem Tuscheschreiber nach, sodaß auf dieser Schablone die senkrechten Linien als 1 mm breite schwarze Linien besonders auffällig waren. Bei der anderen Schablone (6) hob ich in gleicher Weise die wagerechten Linien hervor. Ich benutzte diese Schablonen bei dezentraler Anordnung der Attrappe und vermutete, daß diese Linien die Abstände wie folgt beeinflussen: Bei wagerechten Linien größerer Abstand und größere Streuungswerte, bei senkrechten Linien geringerer Abstand und kleinere Streuungswerte.

3.5. Erwartete Häufigkeitsverteilungen

In den Versuchen wurde nicht etwa ein für Tilapia-Jungfische typischer Bewegungsablauf analysiert. Vielmehr wurde gerade ein recht unspezifisches Element des Verhaltens beobachtet: Der Aufenthaltsort eines Jungfisches zu vorgegebenem Zeitpunkt kann auch von Fischen protokolliert werden, die wie etwa junge Lebistes reticulatus (Guppys) Bindung an Eltern nicht erkennen lassen.

Die Abbildung 4 enthält einige Bilder, in denen die je 60 Aufenthaltsorte eines einzeln getesteten Tieres wiedergegeben sind. Beim Test und bei der Anfertigung der Abbildungen wurde die unter (2) genannte Schablone benutzt. Die Schablone trägt waagerechte und senkrechte Linien, die je 2 cm voneinander entfernt sind. Die so entstandenen Quadrate sind mit Zahlen beziffert, die eine Ortsangabe ermöglichen. Entsprechend den protokollierten Ziffern sind

die Punkte in einzelne Quadrate hineingezeichnet worden. Die Teilbilder vermitteln einen Eindruck vom Aufenthalt eines Tieres zu verschiedenen Zeitpunkten.

Um die Aussage abzusichern, daß die Aufenthaltsorte junger Tilapien durch die Attrappe bestimmt oder zumindest von der Attrappe mitbestimmt werden, ist es nötig, experimentell erhaltene Befunde zu überprüfen. Zunächst ist es ratsam, Leerversuche durchzuführen. Hier bietet es sich an, Tiere in der Glasschale zu beobachten, in der sich keine Attrappe befindet. Die Häufigkeiten, mit denen sie sich in den vorgegebenen Abstandsbereichen aufhalten, wären dabei wie üblich zu protokollieren. Die ohne Attrappe erhaltenen Befunde wären den mit Attrappe erhaltenen gegenüberzustellen. Derartige Versuche habe ich mit Jungfischen aller drei Arten durchgeführt.

Außer der Durchführung von Leerversuchen erscheint es ratsam, Häufigkeitsverteilungen zu entwickeln, die die mit der vorgegebenen Methode zu erwartenden Befunde unter der Annahme verschiedener Hypothesen darstellen. Derartige Verteilungen möchte ich hier entwickeln.

Nach Brestowsky (1968) ist damit zu rechnen, daß sich das Bindungsverhalten in drei verschiedenen Formen darstellen kann. Das eigentliche Bindungsverhalten, Brestowsky unterscheidet hierbei "Bindung mit Langkontakten" (op.cit.,S.772), "Bindung mit Kurzkontakten" (S.773) und "Bindung ohne Kontakte" (S.773), ist mit geringem Abstand gegenüber der Attrappe verbunden. Bei Ambivalenz ist der Abstand größer: Nur vergleichsweise selten hält sich ein Tier in der Nähe der Attrappe auf. Beim Meideverhalten schließlich schwimmen die Tiere - oft mit von der Attrappe weg gerichtetem Kopf - an der Begrenzungsfläche und nähern sich der Attrappe nicht.

Entsprechend diesen drei Bindungszuständen ist bei Anwesenheit einer Attrappe bei Bindung eine Häufigkeitsverteilung mit Gipfel in der Nähe der Attrappe zu rechnen. Bei Ambivalenz ist eine flache Verteilung mit geringer Häufigkeit in der Nähe der Attrappe zu rechnen. Bei Meideverhalten ist mit großer Häufigkeit im attrappenfernen Bereich zu rechnen.

Darüberhinaus ist die Frage zu stellen: Wie würden sich die Häufigkeiten auf die einzelnen Abstandsbereiche verteilen, wenn die Attrappe keinen Einfluß auf das Verhalten hätte? Die zunächst einfachste Hypothese wäre die, daß die Aufenthaltsereignisse sich im Schwimmraum bzw. über der Bodenfläche gleich verteilen würden. Dementsprechend wäre zu erwarten, daß sich die Aufenthaltshäufigkeiten entsprechend der Volumen- bzw. Grundflächenanteile der Bereiche bemessen.

Die Beobachtung von Tieren, die mit oder auch ohne Attrappe getestet wurden, ergab, daß die Tiere sich auffällig häufig an oder nahe bei der senkrechten Wand der Glasschale aufhielten. Entsprechend dieser Beobachtung kann die Hypothese entwickelt werden, die Tiere würden sich, wenn die Attrappe ihre Aufenthaltsorte nicht beeinflußt, in den verschiedenen Bereichen mit der Häufigkeit aufhalten, die den prozentualen Anteilen entspricht, die allen Bereichen von der Wand der Schüssel zukommen.[1)]

Die unter der zweiten Hypothese (Gleichverteilung der Aufenthaltsereignisse an der Wand) berechneten theoretischen Häufigkeitsverteilungen (s.u.) führen zu Durchschnittswerten des Abstandes, die deutlich größer sind als die, die aus den Leerversuchen resultierten. Daher entwickelte ich eine dritte Hypothese, die die Tatsache berücksichtigt, daß nicht nur die senkrechte Wand der Schale sondern auch ihre Bodenfläche eine Grenzfläche ist. Die Oberfläche des Wassers, die im Sinne von Kühme (1962) auch als Grenzfläche anzusehen ist, habe ich hierbei außer Acht gelassen. Nach meinen Beobachtungen haben sich Tiere nur äußerst selten an der Wasseroberfläche aufgehalten.

Die dritte Hypothese lautet: Wenn die Attrappe keine Auswirkung auf die Aufenthaltsorte der Tiere hat, halten sich

- - - - -

1) Hier sei darauf hingewiesen, daß Brestowsky, der keine Leerversuche durchgeführt hatte, die von Kühme (1962) erwähnte Bereitschaft junger Cichlasoma biocellatum, sich im "Grenzflächenkontakt" zu bewegen, bezüglich des Verhaltens junger Tilapien nicht hinreichend gewürdigt hat. Nach Brestowskys Ausführungen scheint diese Bereitschaft nur Tieren zuzukommen, die ohne Eltern bzw. Attrappe gehalten werden.

die Tiere in den Bereichen mit einer Häufigkeit auf, die dem Anteil der Bereiche an der Boden- und Wandfläche der Glasschale entspricht.

Die unter dieser Annahme berechneten Häufigkeitsverteilungen ähneln denjenigen, die ich aus den Leerversuchen erhalten habe. Etliche Verteilungen, die von Tieren erhalten wurden, die ich mit Attrappe getestet hatte, stimmen mit dieser hypothetischen Verteilung überein.

Die Verteilungen entsprechend den drei Gleichverteilungshypothesen und den Schablonen mit kreisförmigen Bereichsgrenzen habe ich unter Berücksichtigung der zentralen und dezentralen Anordnung der Attrappe folgendermaßen berechnet:

a) Zentral angeordnete Attrappe

Hypothese 1: Die Aufenthaltsereignisse verteilen sich entsprechend der Volumenanteile der Bereiche. Das Gesamtvolumen der Schüssel berechnet sich nach $V = h \cdot F$, mit $h = 9$ cm Höhe des Wassers und $F = pi \cdot r^2$ die Grundfläche als Produkt der Konstanten pi und dem Quadrat des Innenradius der Schüssel, $r = 14{,}7$ cm. Von diesem Gesamtvolumen V wird zunächst das Volumen der Bereiche 0 bis 8 subtrahiert. Es berechnet sich wie angegeben unter Verwendung des Radius $r = 13{,}7$ cm. Die Differenz ergibt den Rauminhalt des Bereichs 9. Entsprechend werden die Volumina der nach innen folgenden Bereiche berechnet. Schließlich werden die Volumina der Bereiche als Prozentwerte des Gesamtvolumens ausgerechnet. Die Resultate sind in Tab.2 enthalten.

Hypothese 2: Die Aufenthaltsereignisse verteilen sich entsprechend dem Anteil, den die Bereiche an der senkrechten Wand haben. Da nur der äußerste Bereich durch die Wand begrenzt wird, erhält dieser Bereich 100%, alle anderen Bereiche haben 0% Anteil an der Wand der Glasschale.

Hypothese 3: Die Aufenthaltsereignisse verteilen sich entsprechend dem Anteil, den die Bereiche an der Boden- und Wandfläche haben.

Entsprechend dem bei der Berechnung der Volumina benutzten Subtraktionsverfahren werden die Bodenflächen der Bereiche

berechnet. Dem für den Bereich 9 berechneten Wert wird die nach der Formel $F = h \cdot U$, mit $h = 9$ cm Wasserhöhe und $U = 2 \cdot pi \cdot r$ Umfang der Glasschale, berechnete Wandfläche hinzugerechnet. Sodann werden die Flächenwerte der Bereiche in Prozentwerte der Gesamtfläche umgerechnet (siehe Tab.2).

b) Dezentral angeordnete Attrappe

Die Berechnung der Flächen- und Volumenanteile der Bereiche ist bei der dezentralen Anordnung der Attrappe durchzuführen unter Berücksichtigung der Tatsache, daß die Bodenfläche durch Kreislinien begrenzt ist. Die Kreisbögen der Abstandsbereiche schneiden am Rand den Kreis des Schüsselumfangs.

Hypothese 1: Die Aufenthaltsereignisse verteilen sich entsprechend der Volumenanteile der Bereiche.

Die Volumina der Bereiche errechnen sich als $V_i = h \cdot F_i$, wobei $h = 9$ cm die Wasserhöhe und F_i die Bodenflächen der Bereiche bedeutet.

Die Bodenfläche des Bereiches O berechnet sich als $F = pi \cdot r^2$ mit $r = 2{,}5$ cm und $pi = 3{,}14$.

Die Bodenfläche der anderen Bereiche habe ich als bestimmte Integrale über Funktionsgleichungen der Kreisbögen berechnet. Hier sei das Prinzip der Rechnung dargelegt. Zunächst werden

(a) die x-Koordinaten von Schnittpunkten berechnet, dann erfolgt
(b) die Berechnung der unbestimmten Integrale, schließlich erfolgt
(c) die Berechnung der Flächeninhalte der Abstandsbereiche.

a) Berechnung von x-Koordinaten der Schnittpunkte

In einem rechtwinkligen Koordinatensystem mit den Achsen x und y liegt ein Kreis, dessen Radius $R = 14{,}7$ cm beträgt, mit dem Mittelpunkt $x = 14{,}7$; $y = O$ auf der x-Achse. Seine Funktionsgleichung lautet:

$$y = \sqrt{-x^2 + 2Rx} \qquad (1)$$

Diesen Kreis bezeichne ich auch als den Umfangskreis.

Um den Punkt P herum liegen die Abstandskreise. Der Punkt P liegt auf der x-Achse x = 4,7; y = O. Er ist der Mittelpunkt der Abstandskreise. Deren Funktionsgleichung lautet:

$$y = \sqrt{-x^2 + 2ax - a^2 + r_i^2} \qquad (2)$$

Darin ist a = 4,7 die x-Koordinate des Kreisscharmittelpunktes. r_i sind die Radien der Kreisschar r_1 = 2,5, r_2 = 5,O, ..., r_9 = 22,5. Die Abstandskreise schneiden den Umfangskreis in den Punkten B_i. Deren x-Koordinaten x_{bi} berechnen sich aus den Gleichungen 1 und 2 zu

$$x_{bi} = \frac{r_i^2 - a^2}{2(R - a)} \qquad (3)$$

Die x-Koordinaten x_{ai} der Schnittpunkte A_i der Abstandskreise mit der X-Achse berechnen sich aus der Gleichung (2) bei y = O zu

$$x_{ai} = a \pm r_i \qquad (4)$$

wobei hier nur Werte von x_{ai} größer Null von Interesse sind. Die Schnittpunkte A_i und B_i ermöglichen es, den Flächeninhalt der Abstandsbereiche als bestimmte Integrale über geeignete Kreisfunktionen zu berechnen.

b) Berechnung der unbestimmten Integrale

Zunächst wird das unbestimmte Integral der Kreisfunktion berechnet, denn die Fläche zwischen der x-Achse und einer Funktion y = f (x) berechnet sich als Integral dieser Funktion, wenn x_1 und x_2 die Fläche unterhalb der Funktion begrenzen.

$$F = \int_{x_1}^{x_2} y\,dx$$

Die Kreisgleichung

$$f(x) = \sqrt{-x^2 + 2Rx}$$

kann als spezielle Form einer Gleichung

$$g(x) = \sqrt{ax^2 + bx + c}$$

angesehen werden, wenn a = -1, b = 2 R und c = 0 ist.

Nach Bronstein-Semendjajew (1964) hat das Integral über eine Wurzelfunktion der Form

$$g(x) = \sqrt{X}$$

folgende Lösung:

$$\int \sqrt{X}\,dx = \frac{2ax + b\sqrt{X}}{4a} + \frac{1}{2k} \cdot \int \frac{dx}{\sqrt{X}} \qquad (5)$$

für $X = ax^2 + bx + c$, $\Delta = 4ac - b^2$, $k = \frac{4a}{\Delta}$

mit $$\int \frac{dx}{\sqrt{X}} = -\frac{1}{\sqrt{-a}} \arcsin \frac{2ax + b}{\sqrt{-\Delta}} \qquad (6)$$

für $a < 0$ $\Delta < 0$

Die Konstanten a, b, c entsprechend Gleichung (5) berechnen sich für den Umfangskreis zu

$$a = -1; \quad b = 2R; \quad c = 0$$

Damit berechnen sich die Konstanten:

$$\Delta = -4R^2 \qquad k = \frac{1}{R^2}$$

Damit berechnet sich die Lösung der Gleichung (6) zu

$$\int \frac{dx}{\sqrt{X}} = \pm \arcsin \frac{R - x}{R}$$

Hiermit wiederum löst sich die Gleichung (5) zu

$$\int \sqrt{X}\,dx = \frac{x - R}{2} \cdot \sqrt{-x^2 + 2Rx} + \frac{R^2}{2} \left(\pm \arcsin \frac{R - x}{R} \right)$$

c) Berechnung der Flächeninhalte der Abstandsbereiche
Durch Einsetzen der geeigneten Werte x_{ai} bzw. x_{bi} lassen sich die Flächen berechnen, die zwischen der x-Achse und dem Umfangskreis und zwischen den interessierenden Schnittpunkten liegen.

Die Funktion für die Schar der Abstandskreise wird entsprechend der dargestellten Verfahrensweise nach Bronstein-Semenjajew integriert. Als Lösung ergibt sich folgender Ausdruck

$$\left[\frac{x - a}{2} \cdot \sqrt{-x^2 + 2ax + r_i^2 - a^2} + \frac{r_i^2}{2} \left(\pm \arcsin \frac{a - x}{r_i} \right) \right]_{x_1}^{x_2}$$

Hierin ist a = 4,7 die x-Koordinate des Mittelpunktes der Kreisschar und r_i sind die Radien der Kreisschar. Durch Einsetzen geeigneter Werte von x_{ai} und x_{bi} lassen sich als bestimmtes Integral die Flächenteile zwischen den Abstandskreisen und der x-Achse berechnen.

Die numerische Ausrechnung der Bereichsflächen wurde auf ihre Richtigkeit hin dadurch kontrolliert, daß aus einer 1:1 Schablone die Flächen der Bereiche ausgeschnitten und gewogen wurden. Die Prozentwerte der Gewichte der Flächen stimmen mit den aus den berechneten Flächengrößen errechneten Prozentwerten überein. Die errechneten Prozentwerte sind in Tabelle 2 enthalten.

Hypothese 2: Die Aufenthaltsereignisse verteilen sich auf die Bereiche in dem Verhältnis, mit dem die Bereiche an der Wandfläche beteiligt sind.

Um entsprechend dieser Annahme die Wandflächenanteile berechnen zu können, $F = h \cdot s_i$, die Fläche errechnet sich

als Produkt aus Höhe des Wasserstandes h = 9 cm und der jeweiligen Bogenlänge s_i auf dem Umfangskreis, mußte das Bogenlängenintegral des Umfangskreises berechnet werden.

Das Bogenlängenintegral der Kreisgleichung 1 hat nach Reidt-Wolf (1956, S.297) die Form

$$s = \int \sqrt{1 + [f'(x)]^2}\, dx \qquad (7)$$

und löst sich auf zu

$$s = R \left[\arcsin \frac{x - R}{R} \right]_{x_1}^{x_2} \qquad (8)$$

wobei für x_1 und x_2 die geeigneten Schnittpunktskoordinaten zur numerischen Berechnung eingesetzt werden müssen. Die aus den Bogenlängen berechneten Flächengrößen wurden wiederum als prozentuale Werte den Bereichen zugeordnet. Sie sind in Tab.2 enthalten.

Hypothese 3: Die Aufenthaltsereignisse verteilen sich auf die Bereiche in dem Verhältnis, in dem die Bereiche an der aus Boden- und Wandfläche zusammengesetzten Gesamtfläche beteiligt sind.

Auf der Grundlage der bisher durchgeführten Berechnungen wurden die Anteile der Bereiche an Boden- und Wandfläche berechnet. Die Umrechnung in Prozentwerte erbrachte Resultate, die ebenfalls in der Tab.2 enthalten sind.

Analog zur Verarbeitung der Versuchsdaten berechnete ich aus den prozentualen Verteilungen als Durchschnittswerte die Mediane und als Streuungsmaße die mittleren Quartilsabweichungen. Die numerischen Größen dieser Werte sind auch in Tab.2 enthalten. Sie werden an geeigneter Stelle den experimentell erhaltenen Größen dieser Werte gegenübergestellt.

Aus der Beobachtung, daß die Tiere sich häufig an der Grenze zwischen waagerechter Bodenfläche und senkrechter Wandfläche, also an der mit einem Radius von ca. 0,5 cm gekrümmten Übergangsfläche, aufgehalten haben, ließe sich eine Hypothese ableiten, die numerisch etwa der Hypothese 2 entsprechen würde.

3.6. Versuchsvariationen

Die verschiedenen Aufzuchtweisen sind bereits beschrieben worden. Es lassen sich entsprechend der Darbietung der Attrappe während des Aufwachsens der Jungfische 4 Aufzuchtsweisen unterscheiden.

1) Aufzucht mit bewegter Attrappe im Aufzuchtgefäß
2) Aufzucht mit stehender Attrappe im Aufzuchtgefäß
3) Aufzucht mit vom Aufzuchtgefäß aus sichtbarer Attrappe
4) Aufzucht ohne Attrappe, eine Attrappe war auch nicht vom Aufzuchtgefäß aus zu sehen.

Versuche wurden mit jungen T.mariae, T.nilotica und T.tholloni durchgeführt.

Bei der Durchführung der Tests wurden folgende Faktoren variiert: Die Tiere wurden teils mit teils ohne Attrappe getestet. Beim Test mit Attrappe war die Attrappe teils zentral teils dezentral angeordnet. Bei der dezentralen Anordnung wurde die Attrappe bewegt und auch unbewegt geboten. In der Mehrzahl der Versuchsreihen lag unter der Glasschale eine Schablone, auf der die Abstandsbereiche durch dünngezeichnete Kreise bezeichnet waren; bei vier Versuchsreihen war eine rein weiße Schablone unter der Glasschale, hierbei wurden die Tiere fotografiert. Versuche wurden mit Einzeltieren und mit Gruppen von 20 Tieren durchgeführt. Tiere wurden frühestens im Alter von 6 Tagen ab Laichdatum und spätestens bis zum Alter von 20 Tagen getestet. Etliche Tiere kamen wiederholt von Tag zu Tag in die Testanlage, in nur wenigen Versuchsreihen hatte ich so viele Tiere, daß ich sie einmal testen und nach dem Test verwerfen konnte.

Die Tiere wurden an jeweils aufeinanderfolgenden Tagen getestet. Die nach Aufzucht- und Testweise zusammengehörigen Versuche mit den jeweils gleichen bzw. gleich aufgewachsenen Tieren fasse ich unter der Bezeichnung einer Versuchsreihe zusammen.

Alle nach Aufzucht- und Testweise zusammengehörigen Tiere, die zumeist einzeln getestet wurden, bezeichne ich als Tagesgruppe. Etliche Tagesgruppen ergänzen sich so zu einer

Versuchsreihe. Die Anzahl der innerhalb einer Tagesgruppe getesteten Tiere beträgt minimal 5 und maximal 20. Versuchsreihen, die in Test- und Aufzuchtweise und darüberhinaus auch in der biologischen Art übereinstimmen, faßte ich zu sogenannten vereinigten Versuchsreihen zusammen.

Bei der Darlegung der Befunde sind die jeweils kombinierten Aufzucht- und Testweisen angegeben.

3.7. Die Zusammenfassung der Rohdaten

Die Abbildung 4 zeigt Detailbilder mit je 60 Aufenthaltsereignissen (= je 60 Ortsangaben). Die Ortsangaben sind bei Benutzung einer Schablone mit senkrechten und waagerechten Linien als Ortsangaben protokolliert worden.

3.7.1. Protokolle

Die Ergebnisse der Abstandsbeobachtungen liegen nach Benutzung der Kreisbogen-Schablone in ihrer Rohform als Folgen von je 60 Abstandswerten bzw. Ortsangaben vor. Die 60 Werte stammen von einem Tier, das über fünf Minuten beobachtet wurde. Da alle 5 Sekunden der Aufenthaltsort protokolliert wurde, ergeben sich 60 Werte. Die Abb.5 enthält 4 graphisch dargestellte Folgen dieser Art. Aus den einzelnen Bildern ist ersichtlich, daß die Abstandswerte eines einzelnen Tieres im Laufe der 5 Beobachtungsminuten variieren. Außerdem wird schon bei einem oberflächlichen Vergleich der Bilder a und b deutlich, daß gleich alte aber unter verschiedenen Bedingungen herangewachsene Tiere sich in der Größe der Werte beträchtlich unterscheiden können.

Andererseits können sich gleich aufgewachsene Tiere unterschiedlichen Alters im Abstandsverhalten ähneln. Dies wird deutlich, wenn die Bilder b und d betrachtet werden. Die Beeinflussung der Abstände durch die Versuchsvariablen kann aber anhand dieser Darstellungen nicht hinreichend genau erfaßt werden. Es wurde notwendig, die Abstandswerte so zusammenzufassen, daß sie auch mit Hilfe statistischer Methoden verglichen werden können.

3.7.2. Häufigkeitsverteilungen

Die verhaltensdifferenzierenden Auswirkungen der Versuchsbedingungen können etwas leichter eingeschätzt werden, wenn die einzelnen Abstands- bzw. Aufenthaltszahlen ihrer Häufigkeit nach summiert werden. Da in einer Versuchsgruppe stets mehrere Tiere nacheinander getestet wurden, kann für jedes Tier eine individuelle Häufigkeitsverteilung zusammengestellt werden. Aus den individuellen Häufigkeitsverteilungen können durch Summation Häufigkeitsverteilungen der Tagesgruppe erstellt werden.

Die Abbildung 6 gibt Häufigkeitsverteilungen von Abstandswerten einzelner Tagesgruppen wieder. Die Verteilungen entstanden bei dezentral angeordneter Attrappe unter Benutzung der mit Kreisbögen versehenen Schablone. Die Verteilungen lassen darauf schließen, daß die Tiere Bindungsverhalten zeigten.

Werden anstelle der Abstandswerte unter Benutzung einer geeigneten Schablone die Aufenthaltsorte protokolliert, dann können die Aufenthaltshäufigkeiten über bestimmten Quadraten der Schablone ausgezählt und auch graphisch dargestellt werden. Diese Häufigkeitsverteilungen können ein recht anschauliches Bild vom Verhalten der Tiere vermitteln. Daher sind in Abb.4 solche Verteilungen dargestellt. Es lassen sich aber die Aufenthaltshäufigkeiten recht schlecht zusammenfassen, etwa um eine Angabe des durchschnittlich eingenommenen Abstandes zu erhalten. Daher wurde von dieser Art die Aufenthaltshäufigkeiten zu protokollieren nur in Ausnahmefällen Gebrauch gemacht.

In den Abstandsprotokollen sind die Abstandswerte in ihrer zeitlichen Reihenfolge enthalten. Da die Abstandswerte auch in Beziehung zu den einzelnen Tieren protokolliert wurden, ist es möglich, die Abstandswerte zu einer zweidimensionalen Wertetafel zusammenzustellen. Wenn die 60 Abstandswerte eines Tieres in einer Zeile angeordnet werden und die Werte des nächsten Tieres in der folgenden Zeile, dann entsteht aus den Werten von N Tieren eine solche Wertetafel. Die in

der Tafel enthaltenen Werte seien mit dem Symbol X_{ij} bezeichnet. Der Index i bezeichne die i = 1,2,...,60 Zeitpunkte; der Index j bezeichne die j = 1,2,...,N Tiere der Tagesgruppe. Diese Wertetafel enthält dann die Information, daß zum Zeitpunkt i das Tier j gegenüber der Attrappe einen Abstand eingenommen hatte, der durch die Größe der Zahl X_{ij} angegeben ist. Die Frage nach dem Einfluß der Versuchsbedingungen könnte nun auf diese Art von Wertetafeln angewendet werden.

Es bietet sich an, einen derartigen Vergleich mit Hilfe der Varianzanalyse durchzuführen. Die Anwendung dieser Analyse ist aber an die Voraussetzung gebunden, daß sich die Meßwerte zu Normalverteilungen zusammenfassen lassen. Die protokollierten Abstandswerte ergeben aber Verteilungen, die vom Typ der Normalverteilung stark abweichen. Die Normalverteilung ließ sich auch nicht durch Transformieren dieser Verteilungen erzielen. Daher mußte auf die Anwendung der Varianzanalyse verzichtet werden.

Es liegt also nahe, die in der Tafel enthaltenen Abstandswerte X_{ij} entsprechend ihrer Größe - zwischen 0 und 9 - auszuzählen. In dieser Weise wird eine Häufigkeitsverteilung über alle Tiere der Tagesgruppe gewonnen. Diese Häufigkeitsverteilung ist informationsärmer als die Wertetafel. Die Zuordnung der Meßwerte zu den einzelnen Tieren und zu den verschiedenen Zeitpunkten geht verloren. Der Einfluß von Versuchsvariablen kann schon anhand solcher Häufigkeitsverteilungen überschlägig eingeschätzt werden. Für einen statistischen Vergleich ist der Chi-Quadrat-Test heranzuziehen. Dieser Test läßt aber lediglich die Aussage zu, daß sich die Verteilungen signifikant - oder nichtsignifikant - voneinander unterscheiden. Um die Frage beantworten zu können, ob sich die Verteilungen hinsichtlich ihrer Durchschnittswerte oder hinsichtlich der Variationswerte unterscheiden, müßten der t-Test auf Mittelwertsdifferenzen und der F-Test auf Unterschiede der Streuungswerte gerechnet werden. Diese beiden parametrischen Tests haben aber wie die Varianzanalyse zur Voraussetzung, daß die zugrundeliegenden

Häufigkeiten normalverteilt sind. Dies ist aber in der Regel nicht der Fall (vgl. die Verteilungen in Abb.6). Es verbietet sich also überhaupt die Anwendung parametrischer Signifikanztests.

Da also die Anwendung des Chi-Quadrat-Tests auf die recht informationsarmen Häufigkeitsverteilungen für eine Abschätzung des Einflusses der Versuchsbedingungen nicht ausreicht und die parametrischen Signifikanztests nicht angewendet werden können, wurde der nichtparametrische Weg der Auswertung eingeschlagen.

Wenn eben die Formulierung benutzt wurde, daß die Häufigkeitsverteilungen so informationsarm seien, daß aus ihnen nicht hinreichend auf einen Einfluß der Versuchsbedingungen geschlossen werden kann, dann bezieht sich diese Aussage nicht auf grobe Unterschiede. Dafür mögen als Beispiel die in Abb.6 wiedergegebenen Häufigkeitsverteilungen gelten.

Die Abb.6a bis f zeigt Häufigkeitsverteilungen, die Häufigkeiten der Abstandswerte stammen von je einer Tagesgruppe. Dabei waren die Tiere bei dezentral angeordneter Attrappe getestet worden. Diese Verteilungen können schief und auch mehrgipflig sein. Verteilungen der Abstände einzelner Tiere, für die im Sinne des Versuchsplans gleiche Bedingungen gelten, ähneln einander meistens. Sie können sich aber auch, wie nicht extra durch eine Abbildung belegt wird, stark voneinander unterscheiden.

Die Abbildungen 6a, b und c geben Verteilungen wieder, die von Tieren protokolliert wurden, die sich vergleichsweise dicht bei der Attrappe aufgehalten haben. Die Verteilung der Abb.6d stammt von Tieren, die sich bevorzugt in etwas größerem Abstand von der Attrappe aufgehalten haben. Einen anderen Verteilungstyp gibt Abb.6e wieder. Geringe Aufenthaltshäufigkeit im Nahbereich steht einer breiten, hier zweigipfligen, Verteilung im mittleren und Fernbereich gegenüber. Die Abb.6f schließlich gibt die Verteilung von Tieren wieder, die die Attrappe zu meiden scheinen. Die größte Häufigkeit ist im fernsten Bereich, die Häufigkeiten fallen über den mittleren in den Nahbereich ab.

Ähnlich lassen sich unterschiedliche Häufigkeitsverteilungen wiedergeben, die von Tieren erhalten wurden, die bei zentral angeordneter Attrappe getestet wurden. Die Abb.6g, h,i stammen von Tieren, die sich hauptsächlich bei der Attrappe aufgehalten haben. Die Abb.6j stammt von Tieren, die sich zwar überwiegend in der Nähe der Attrappe aufgehalten haben, doch waren sie auch recht häufig an der Wand der Glasschale. Bei der zentralen Anordnung der Attrappe ergeben sich von Tieren, die nur noch teilweise die Nähe der Attrappe aufsuchen, U-förmige Häufigkeitsverteilungen. Es scheint, daß für diese Tiere sowohl die Wand wie auch die Attrappe eine große Attraktivität besitzen. Die Abb.6k wurde von Tieren zusammengestellt, die sich überwiegend an der Wand und nur selten bei der Attrappe aufgehalten haben. Die Abb.6l schließlich läßt nicht mehr erkennen, daß die Attrappe für die Tiere noch attraktiv gewesen wäre.

Die vergleichende Betrachtung der Häufigkeitsverteilungen erlaubt zwar eine kursorische Einschätzung der Auswirkung von Versuchsvariablen auf die Abstände. Feinere Unterschiede aber können anhand der Häufigkeitsverteilungen nicht hinreichend exakt bezeichnet werden. Auch ist es schwierig, anhand der Häufigkeitsverteilungen durchgehende Tendenzen (etwa Entwicklung der Abstände mit dem Alter) quantitativ zu formulieren.

3.7.3. Individuelle Durchschnitts- und Streuungswerte

Die Abstandswerte X_{ij}, die in der Wertetafel enthalten sind, werden so zusammengefaßt, daß möglichst wenig Information verloren geht. Alle Werte X_{ij} mit $i = k$ stammen also von dem Versuchstier k. Es bietet sich an, aus diesen 60 Werten einen Durchschnitts- und einen Streuungswert des Abstandes zu berechnen. Wegen der Abweichung der Häufigkeitsverteilungen von der Normalverteilung bietet es sich an, Median und mittlere Quartilsabweichung zu berechnen. Nach Sachs (1969, S.90) berechnet sich der Median als:

$$ME = U + \left(\frac{\frac{n}{2} - (\sum f)_U}{f_{MEDIAN}} \right) \cdot b$$

Darin ist U = untere Klassengrenze der Medianklasse; n = Anzahl der Werte; $(\sum f)_U$ = Summe der Häufigkeitswerte aller Klassen unterhalb der Medianklasse; f_{Median} = Anzahl der Werte in der Medianklasse; b = Klassenbreite.

Die Klassenbreite der Häufigkeitsverteilungen ist im Falle der Abstandsbereiche b = 1, d.h. eine Abstandseinheit. Die Summe der Häufigkeitswerte aller Klassen unterhalb der Medianklasse ermittelte ich durch schrittweise Kumulation der Häufigkeitswerte.

Der Median gibt nach Sachs (1969, S.88) "denjenigen beobachteten Wert an, der die Verteilung in zwei gleich große Hälften teilt, sodaß jeder Teil 50% der Verteilung enthält: Der Zentralwert oder Median ist derjenige Wert, in der nach der Größe der Einzelwerte geordneten Reihe, der die Reihe halbiert. Wesentlich ist, daß der Medianwert im Gegensatz zum arithmetischen Mittel von Extremwerten vollkommen unbeeinflußt bleibt."

Als verteilungsunabhängiges Maß für die Streuung der Meßwerte um den Median herum kann die mittlere Quartilsabweichung Q berechnet werden. Dabei gelten die Quartile als Grundlage der Berechnung. Mittenecker (1964) gibt dafür folgende Formel wieder

$$Q = \frac{Q_3 - Q_1}{2}$$

Darin sind Q_1 und Q_3 die Quartile, zu denen Sachs (1969) schreibt: "Es existieren 3 Werte, die eine Häufigkeitsverteilung in 4 gleiche Teile zerlegen. Der zentrale Wert ist der Median, die anderen beiden bezeichnet man als unteres oder erstes und oberes oder drittes Quartil, d.h. das erste Quartil Q_1 ist die Maßzahl, die am Ende des ersten Viertels in der nach der Größe geordneten Reihe der Meßwerte steht;

Q_3 ist die Maßzahl am Ende des dritten Viertels der Reihe." (Sachs 1969, S.99).

Die Berechnung der Quartile Q_1 und Q_3 erfolgt ähnlich wie die Berechnung des Medians. In der angegebenen Formel sind die Ausdrücke U, $\frac{n}{2}$, $(\sum f)_U$ und f_{Median} entsprechend zu ersetzen.

Von den N Tieren, die in einer Tagesgruppe getestet worden sind, berechnen sich also N Mediane. Da diese Mediane den Tieren individuell zukommen, bezeichne ich sie im Folgenden auch als individuelle Abstandsmediane ME(X)ind. Da von jedem Tier pro Tag auch eine mittlere Quartilsabweichung berechnet wurde, bezeichne ich diese als individuelle mittlere Quartilsabweichung QA(X)ind.

Bei der Berechnung der Häufigkeitsverteilungen und damit auch der der Mediane und der Quartilsabweichungen ist die Zuordnung der Meßwerte X_{ij} zu den Zeitpunkten i = 1,...,60 verlorengegangen. Aus den Häufigkeitsverteilungen und den Werten ME(X)ind und QA(X)ind kann über die Verteilung der Werte X_{ij} in der Versuchszeit von 5 Minuten nichts ausgesagt werden.

3.7.4. Normierte Abstandswerte

Um den erwähnten Informationsverlust zu kompensieren, wurden die Meßwerte X_{ij} nicht nur zeilenweise sondern auch spaltenweis zusammengefaßt. Alle Werte X_{ij}, die in der ersten Spalte der Wertetafel enthalten sind (i = 1), wurden als erste von 60 Abstandswerten notiert; alle Werte, die in der zweiten Spalte stehen, entsprechen dem zweiten Zeitpunkt; entsprechend sind die weiteren Spalten den weiteren Zeitpunkten zugeordnet. Die den einzelnen Zeitpunkten zukommenden Abstandswerte werden unter Berücksichtigung der Zeitpunkte normiert. Die Zeitpunktswerte $\overline{X}_i$ des Abstandes berechnen sich als arithmetisches Mittel der Meßwerte X_{ij}:

$$\overline{X}_i = \frac{\sum_{j=1}^{N} X_{ij}}{N}$$

Es berechnen sich jeweils 60 normierte Abstandswerte $\overline{X}_i$ aus den Werten einer Tagesgruppe.

3.7.4.1. Verteilungen der ME(X)ind- und der $\overline{X}_i$-Werte

Für etliche Versuchsgruppen wurden die individuellen Abstandsmediane und die normierten Abstandswerte berechnet. Ein Vergleich läßt erkennen, daß die Mediane stärker voneinander abweichen, als dies bei den normierten Werten der Fall ist.

Die Abb.7 gibt drei Häufigkeitsverteilungen (a,b,c) von normierten Abstandswerten wieder, die auf ganze Zahlen gerundet wurden. Die Abb.7 gibt in d,e,f die Häufigkeitsverteilungen von aus den gleichen Meßwerten berechneten individuellen Abstandsmedianen wieder. Um einen Vergleich dieser Verteilungen zu ermöglichen, wurden prozentuale Häufigkeiten aufgetragen. Die Verteilungen der normierten Abstandswerte sind steiler als die Verteilungen der individuellen Abstandsmediane. Dies hängt sicher nur teilweise damit zusammen, daß unterschiedliche Anzahlen von Werten in die Verteilungen eingegangen sind. Vielmehr weist die unterschiedliche Steilheit darauf hin, daß die Individualität der Tiere einen vergleichsweise großen Variationsfaktor darstellt. Demgegenüber scheint die Variation der Meßwerte in der Zeit eher zufällig zu sein: Große Werte einzelner Tiere werden von kleinen Werten anderer Tiere zu gleichem Zeitpunkt begleitet. So scheint die zeitliche Variation, d.h. die Größe der Abstandswerte im Verlauf der Testzeit, zufällig zu sein.

3.7.5. Mediane der Tagesgruppen

Insbesondere für die Anfertigung der graphischen Darstellungen, die u.a. die Entwicklung der Abstände mit dem Alter darstellen, war es nötig, einen Durchschnittswert des Abstandes zu finden, der für eine Gruppe von N individuellen Medianen repräsentativ ist. Als solcher wurde aus den N individuellen Medianen wiederum der Median berechnet. Er wird mit dem Symbol ME(ME(X)ind) bezeichnet. Derartige Mediane werden in etlichen Abbildungen wiedergegeben.

Es sei hier erwähnt, daß außer dem Median der individuellen Mediane auch der Median der normierten Abstandswerte berechnet wurde. Zwischen diesen Medianen besteht keine mathematische Identität; der erste ist ein Median von Medianen, der zweite ist ein Median von arithmetischen Mitteln. Der Vergleich der Zahlenwerte ergab aber, daß diese sich um höchstens die Größe 0,05 Abstandseinheiten unterscheiden, wenn die Anzahl der individuellen Mediane größer oder gleich 5 ist. Da dies in der Regel der Fall ist, wird zwischen diesen mathematisch unterschiedlichen Medianen nicht streng unterschieden.

3.7.6. Abstandsmediane von gruppenweis getesteten Tieren

Beim Test von Jungfischgruppen liegen für die Testzeit von 5 Minuten jeweils 30 Aufnahmen mit je 20 Tieren vor. Hier ist es nicht möglich, individuelle Mediane zu berechnen. Stattdessen wurden Mediane aus den je 20 Abstandswerten pro Bild berechnet. Diese Zeitpunktsmediane der gruppenweis getesteten Tiere liegen recht dicht beieinander. Dem entspricht die Beobachtung, daß Gruppen ihren Abstand zur Attrappe im Laufe der 5 Testminuten nur geringfügig geändert haben. Aus den je 30 Zeitpunktsmedianen wurde wiederum der Median berechnet, der den durchschnittlichen Abstand der Gruppe in der Versuchszeit angibt.

3.7.7. Durchschnittswerte der Streuung

Von den N x 60 Meßwerten, die von N einzeln getesteten Tieren protokolliert wurden, könnte insgesamt die mittlere Quartilsabweichung als Streuungsmaß berechnet werden. Da uns aber hier die Frage interessiert, ob sich die Streuungswerte der einzeln getesteten Tiere unter dem Einfluß der Versuchsbedingungen ändern, mußte aus den individuellen Streuungswerten QA(X)ind der Durchschnitt berechnet werden. Daher wurde der Median der individuellen Streuungswerte ME(QA(X)ind) berechnet. Dieser Wert ist ein Durchschnittswert von Streuungswerten. Er gibt die durchschnittliche Größe individueller Streuungswerte an.

3.7.8. Streuungswerte von gruppenweis getesteten Tieren

Da bei der fotografischen Registrierung der Aufenthaltsorte die Tiere nicht individuell berücksichtigt werden konnten, mußte als Streuungswert der Gruppe der Median aus den zu den einzelnen 30 Zeitpunkten berechneten mittleren Quartilsabweichungen berechnet werden. Diese Mediane der auf die Zeitpunkte bezogenen mittleren Quartilsabweichungen können mit den Medianen aus den individuellen Quartilsabweichungen nicht direkt verglichen werden, da sie sich von diesen formal unterscheiden.

3.8. Statistische Methoden

Die Abstandswerte X_{ij} wurden nach der geschilderten Prozedur notiert. Hier soll gefragt werden, ob die Prozedur unter Berücksichtigung des Verhaltens zu Abstandswerten führte, die uneingeschränkt statistisch ausgewertet werden können.

Grundmodelle der Statistik sind das Münzen-, Würfel- und Urnenmodell. Beim Münzenmodell liefert eine Operation - das Werfen der Münze - eines von zwei möglichen Ereignissen: Eine der beiden Seiten der Münze liegt oben. Beim Würfelmodell liefert eine Operation ein Ereignis, das fünf anderen möglichen gegenübersteht. Im Falle des Urnenmodells liefert eine Handlung - Herausnehmen eines von k Elementen aus der Urne - ein Ereignis, das k - 1 anderen möglichen Ereignissen gegenübersteht. Wird vor der nächsten Handlung das herausgenommene Element wieder in die Urne zurückgelegt, der Inhalt der Urne gemischt und dann wieder ein Element herausgeholt, gilt dieses Verfahren als "Urnenmodell mit Zurücklegen". Dabei besteht bei jedem Hineingreifen in die Urne für alle in der Urne vorhandenen Elemente die gleiche Wahrscheinlichkeit, herausgeholt zu werden. Die Wahrscheinlichkeit, daß ein bestimmtes, vorher benanntes Element herausgegriffen wird, berechnet sich unter Berücksichtigung der Anzahl k aller Elemente zu

$$p = \frac{1}{k}$$

wenn alle k Elemente sich hinsichtlich ihrer Eigenschaft voneinander unterscheiden.

Die Prozedur der Tests entspricht diesem Urnenmodell mit Zurücklegen: Das Tier kann sich in allen Bereichen aufhalten, in jedem Bereich kann es sich mehrere Male aufhalten.

Eine weitere Forderung der Statistik ist die, daß die Ereignisse voneinander unabhängig sein müssen. Beim Urnenmodell entspricht diese Forderung dem, daß nach dem Herausholen eines Elementes die Wahrscheinlichkeit, daß bestimmte andere Elemente herausgegriffen werden, nicht beeinträchtigt wird. Das Zurücklegen und gründliche Mischen gehört zu diesem Modell.

Diese Forderung, daß die Unabhängigkeit der Ereignisse gegeben sein muß, ist durch die Versuchsprozedur nicht mit Sicherheit erfüllt: Hier ist die motorische Aktivität der Tiere in Relation zur zeitlichen Differenz der Momente zu sehen, an denen der Abstand protokolliert wurde.

Quantitative Messungen der Bewegungsaktivität junger Tilapien liegen meines Erachtens nach nicht vor. Qualitative Einschätzungen haben Peters (1963 a), Brestowsky (1968), Bauer (1968) und Dambach (1963) mitgeteilt. Über die Häufigkeit und Dauer bestimmter Bewegungsweisen, die allerdings auf eine Attrappe hin interpretiert wurden, hat Goude (1971) Untersuchungen durchgeführt.

Nach meiner Einschätzung ist bei zeitlichem Abstand von 5 Sekunden die Bewegungsaktivität der Tiere so gering, daß ein Tier, welches sich zum Zeitpunkt k im Bereich e aufhält, sich mit großer Wahrscheinlichkeit zum Zeitpunkt k + 1 im Bereich e oder in einem der Bereiche e $\pm$ 1 aufhalten wird. Diese Aussage wird durch folgende Auswertung der Protokolle erhärtet: Es wurde die Differenz D berechnet, die zwischen zwei je aufeinanderfolgenden Abstandswerten anhand der Protokolle bestimmbar ist. Die Häufigkeiten der berechneten Differenzen wurden unter Berücksichtigung von Vorzeichen und Größe dargestellt. Als Resultat ergaben sich Kurven, die annähernd symmetrisch sind, ihr Maximum beim Differenz-

betrag Null haben und sehr steil sind. Diese Kurven stimmen im Typ überein, Einflüsse unterschiedlicher Versuchsbedingungen sind kaum zu erkennen.

Wenn diese Befunde auch dafür sprechen, daß der Zeitunterschied mit 5 Sekunden zwischen den Zeitsignalen sehr klein zu sein scheint, ist vor einer voreiligen Schlußfolgerung zu warnen: Es kam auch vor, daß ein Tier sich zum Zeitpunkt k im Bereich e aufhielt, aus dem Bereich herausschwamm, wendete und sich zum Zeitpunkt k + 1 wieder im Bereich e befand. Obwohl sich entsprechend die Differenz zu Null berechnet, war das Tier in der Zwischenzeit im benachbarten Bereich.

Andererseits kam es auch vor, daß ein Tier sich zwischen zwei Zeitsignalen innerhalb eines Bereiches annähernd parallel zu den Kreislinien bewegte. Dabei blieb der Abstand gleich, obwohl eine Ortsveränderung erfolgte. Die genannten Differenzen sind also nicht eindeutig zu interpretieren.

Die Forderung der Statistik, daß die Ereignisse und damit die protokollierten Meßwerte voneinander unabhängig sein sollen, ist für die je 60 Werte pro Tier nicht mit Sicherheit erfüllt. Daher verbietet sich ein Auswerten auf der Grundlage der 60 Werte pro Tier bzw. 600 bis 1200 Werte pro Gruppe. Signifikanztests, die trotz dieser Einschränkung gerechnet wurden, führten auch bei geringsten Mediandifferenzen schon zur Aussage gesicherter Unterschiede. Diese Resultate wurden als statistisch und biologisch unsinnig eingeschätzt und verworfen.

Ein weiteres Phänomen, das zu starker Koppelung der Meßwerte führte, ist das "Ruhen" (vergl. S. 84). Ein Tier, das sich über längere Zeit nicht vom Ort bewegt, liefert bei fortlaufendem Protokollieren entsprechend der Dauer des Ruhens viele gleiche Abstandswerte. Diese können nicht als voneinander unabhängig angesehen werden.

Auch das "Herumrasen" (vergl. S. 91) an der Wand der Glasschale kann zu mehreren gleichen aufeinanderfolgenden Abstandswerten führen. Es kam wiederholt vor, daß ein Tier, zum Zeitpunkt, an dem das Zeitsignal ertönte, sich im glei-

chen Bereich aufhielt, in dem es auch beim vorhergehenden Signal war. Daß es inzwischen einen Weg von einem bzw. einem halben Schüsselumfang geschwommen war, konnte zwar protokolliert werden, aber in den Häufigkeitsverteilungen ist diese Information schon nicht mehr enthalten.

Das Verhalten der Tiere ist auch hinsichtlich der Größe der Abstandsbereiche zu problematisieren. Die Schablonen, die mit Kreisbögen-Linien die Abstandsbestimmung erleichterten, erlaubten nur eine relativ ungenaue Abstandsangabe. Die Radiusdifferenz zwischen den aufeinanderfolgenden Bögen beträgt a) bei zentraler Attrappe 1,4 cm, b) bei dezentraler Attrappe 2,5 cm. Diese Differenzen wurden gewählt, um zu Abstandswerten zu kommen, die sich zu zehn Größen - Null bis neun - bestimmen lassen. Hierbei wurde an die Übertragung der Werte auf Lochkarten bei optimaler Ausnutzung der Lochkarten gedacht. Die Abstandswerte von Tieren, die sich normal bewegen, d.h. zügig schwimmen ohne zu ruhen und zu rasen, können relativ sicher angegeben werden, wenn die Bereiche relativ groß sind. Ist die Radiusdifferenz klein, ergeben sich leichter Unsicherheiten bzw. Fehler bei der Zuordnung des Aufenthaltsortes zu einem Bereich. Die Vergrößerung der Radiusdifferenzen hätte unter Reduktion der Anzahl der Bereiche zu einer höheren Unbestimmtheit der Einzelmessung geführt. Eine Verkleinerung der Radiusdifferenzen hätte zu größeren Schätzfehlern geführt. Die gewählten Bereichsgrössen bzw. Radiusdifferenzen sind also als Kompromislösung anzusehen. Das gleiche gilt für die Zeitabstände der Zeitsignale.

Die 60 aufeinanderfolgenden Abstandswerte Xj eines Tieres sind also bei strenger Betrachtung nicht als voneinander unabhängig anzusehen. Damit stellt sich auch die statistische Aussage in Frage, die aufgrund der $\overline{X}_i$-Werte, der normierten Abstandswerte entsprechend den 60 Zeitpunkten, erhalten wird. Entsprechende Signifikanztests führten sogar dann zu signifikanten Befunden, wenn die Unterschiede der Gruppenwerte äußerst gering waren.

Um die Befunde dennoch statistisch auswerten zu können, wurden die individuellen Abstandsmediane - aufgefaßt als Rangzahlen - in Signifikanztests einbezogen.

Auch hier stellt sich die Frage nach der Abhängigkeit der Werte voneinander. Eine Abhängigkeit wäre gegeben, wenn die Aufenthalts- und damit die Abstandswerte eines Tieres die entsprechenden Werte des folgend getesteten Tieres beeinflussen würden. Es gibt ein Argument, das für eine solche Beeinflussung sprechen könnte. Da jeweils ein Tier allein in der Testschale ist, käme optische Beeinflussung nicht in Frage. Anders steht es mit der olfaktorischen Beeinflussung. Nach Kühme (1963) hält sich ein Hemichromis bimaculatus-Jungfisch bevorzugt in der Nähe einer Schlauchmündung auf, der Wasser aus einem Behälter entströmt, in dem sich seine Geschwister befinden.

Eine olfaktorische Orientierung ist für Tilapia-Jungfische noch nicht nachgewiesen. Doch halte ich das Vorhandensein entsprechend dem Befund Kühmes an Hemichromis bimaculatus bei Tilapien für möglich. Da die getesteten Tiere in Wasser schwammen, das nicht für jedes Tier neu in die Glasschale eingefüllt wurde, ist die Möglichkeit einer olfaktorischen Beeinflussung nicht auszuschließen. Die Wahrscheinlichkeit der Beeinflussung halte ich aber trotzdem für gering. Denn beim Herausfangen wurde das Wasser so stark bewegt, sodaß sich eine Durchmischung des Wassers ergab. Weiterhin wäre zu fragen, ob ein Schreckstoff von den Fischen abgegeben worden sein könnte. Mit Brestowsky ist anzunehmen, daß es bei Tilapia-Jungfischen keinen Schreckstoff gibt.

Obwohl also die Beeinflussung der je einzeln getesteten Tiere durch vorher getestete nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann, wurden die individuellen Werte des Abstandes und der Abstandsvariation in statistische Unterscheidungstests einbezogen.

3.8.1. Die Signifikanztests

Entsprechend dem Ziel der Untersuchungen - herauszufinden, ob die Durchschnitts- und Streuungswerte des Abstandes von der Versuchs-Methode, von der Zugehörigkeit der Tiere zu unterschiedlichen Altersstufen bzw. von den Aufzuchtweisen beeinflußt werden und ob sie artspezifisch sind - war es notwendig, die Ergebniswerte graphisch darzustellen und sie mit Hilfe von Signifikanztests abzuschätzen. Wegen der Nicht-Normalität der Häufigkeitsverteilungen mußten parameterfreie Signifikanztests angewendet werden.

Alle Tests wurden auf der Grundlage einer Irrtumswahrscheinlichkeit von alpha = 0,05 = 5%, d.h. entsprechend einer statistischen Sicherheit S = 0,95 = 95% entschieden.

1. Die Frage, ob die Ergebniswerte $ME(X)_{ind}$, $QA(X)_{ind}$, $ME(ME(X)_{ind})$ und $ME(QA(X)_{ind})$ mit dem Alter der Tiere ansteigen, wurde mit Hilfe des Spaerman'schen Rangkorrelationskoeffizienten r_s beantwortet. Die Berechnung und die Signifikanzabschätzung wurde nach Sachs vorgenommen:

"Sind Zusammenhänge zwischen nichtnormalverteilten Reihen zu ermitteln, (...) dann läßt sich die Abhängigkeit von x und y durch den SPAERMANschen Rang-Korrelationskoeffizienten r_s beurteilen

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum D^2}{n(n^2-1)}$$

Zur Berechnung der Rangkorrelationskoeffizienten, er ist stets $-1 \leq r_s \leq 1$, transformiert man beide Reihen durch Zuordnung von Rangzahlen (...) in Rangreihen, bildet die Differenzen der n Rangpaare D, quadriert und summiert sie zu $\sum D^2$ und setzt diesen Wert in obige Formel ein" (Sachs 1968, S.390). Die Signifikanzschätzung des erhaltenen r_s-Wertes kann für $n \leq 30$ anhand einer bei Sachs gegebenen Tabelle durchgeführt werden. Für größere n ($n \geq 30$) "kann die Bedeutsamkeit von r_s mit ausreichender Genauigkeit anhand der Standardnormalverteilung nach

$$z = |r_s| \cdot \sqrt{n-1}$$

geprüft werden" (Sachs, S.390). Die r_s- und z-Werte wurden vom Rechenzentrum der Universität Tübingen berechnet.

2. Zur Entscheidung der Frage, ob sich die Ergebniswerte zweier oder dreier Gruppen einzeln getesteter Tiere an den einzelnen Tagen signifikant voneinander unterscheiden, wurde der H-Test von Kruskal und Wallis sowie der U-Test von Wilcoxon, Mann und Whitney berechnet.

Zum H-Test schreibt Sachs (1969, S.302/303):
"Der H-Test von KRUSKAL und WALLIS (1952) ist eine Verallgemeinerung des U-Testes. Er prüft die Nullhypothese, die k Stichproben entstammen der gleichen Grundgesamtheit. (...) Schon bei mäßigen Abweichungen von den Bedingungen : Normalität und Varianzhomogenität erweist er sich im allgemeinen der Varianzanalyse überlegen.

Der Test geht von der folgenden Grundannahme aus: Unter der Annahme, daß alle k Stichproben aus ein und derselben Grundgesamtheit stammen (Nullhypothese) vereinigen wir die k Stichproben zu einem Kollektiv mit dem Umfang n, teilen allen Meßwerten Ränge von 1 bis n zu, sortieren die Ränge nach den k Einzelstichproben und betrachten deren Rangsummen, R_i $(i = 1,2,...,k)$. Wenn z.B. alle Stichproben gleich groß sind, erwarten wir bei Geltung der Nullhypothese, daß die Rangsummen nur zufällig voneinander abweichen. Ist die Abweichung erheblich, dann vermuten wir mit Recht, daß die Alternativhypothese zutrifft.

KRUSKAL und WALLIS (1952) haben eine Prüfgröße H definiert, die sich unter der Nullhypothese nach X^2 (Chi-Quadrat, Pflittner) mit k - 1 Freiheitsgraden verteilt. Im allgemeinen Fall unterschiedlicher Stichprobenumfänge n_i mit $\sum_{i=1}^{k} n_i = n$ berechnet man sie nach

$$\hat{H} = \left[\frac{12}{n(n-1)} \right] \cdot \left[\sum_{i=1}^{k} \frac{R_i^2}{n_i} \right] - 3(n+1) \qquad (3.53)$$

(...) Für k Stichproben mit gleicher Verteilungsform gilt somit:

1. Alle n Beobachtungen der Größe nach aufsteigend ordnen.
2. Für jede Stichprobe die Rangsumme R_i ermitteln.
3. (...)
4. Die Teststatistik $\hat{H}$ nach (3.53) berechnen und mit tabellierten Werten vergleichen."

Die Teststatistiken $\hat{H}$ wurden vom Rechenzentrum berechnet.

Zum U-Test schreibt Sachs (op.cit., S.293 ff):

"Der U-Test von WILCOXON, MANN und WHITNEY prüft die Nullhypothese: Zwei unabhängige Stichproben entstammen der gleichen Grundgesamtheit, ihre Summen- oder Verteilungsfunktionen sind gleich: $F_1(x) = F_2(x)$. Diese Hypothese umfaßt auch die Gleichheit der zentralen Tendenz: d.h. insbesondere die Gleichheit der Medianwerte (...).

Zur Berechnung der Prüfgröße U bringt man die (m + n) Stichprobenwerte in eine gemeinsame aufsteigende Rangfolge (...) wobei zu jeder Rangzahl vermerkt wird, aus welcher der beiden Stichproben der zugehörige Wert stammt. Die Summe der auf Stichprobe 1 entfallenden Rangzahlen sei R_1, die Summe der auf Stichprobe 2 entfallenden Rangzahlen sei R_2. Dann berechnet man

$$U_1 = mn + \frac{m(m+1)}{2} - R_1$$

$$U_2 = mn + \frac{n(n+1)}{2} - R_2$$

und kontrolliert die Rechnung nach

$$U_1 + U_2 = mn$$

Die gesuchte Prüfgröße ist die kleinere der beiden Größen U_1 und U_2. Die Nullhypothese wird verworfen, wenn der berechnete U-Wert kleiner oder gleich dem kritischen Wert U(m,n; alpha) aus Tabelle 63 ist."

Sachs gibt für kleinere Stichprobenumfänge (m größer oder gleich 8, n größer oder gleich 8) eine Formel zur Berechnung der Signifikanz der U-Werte an, die auf McNemar (1963) zurückgeht.

$$z = \frac{\left| U - \frac{mn}{2} \right|}{\sqrt{\frac{mn(m+n+1)}{12}}}$$

Das z ist die zur Signifikanzabschätzung übliche Standardnormalvariable. Der erhaltene Wert für z wird anhand der Standardnormalverteilung beurteilt. Bei zweiseitiger Fragestellung und einem Signifikanzniveau von p = 0,05 (entsprechend 5% Irrtumswahrscheinlichkeit) hat z den Zahlenwert z = 1,96. Erhaltene größere z-Werte gestatten die Ablehnung der Nullhypothese. Im Rechenzentrum der Universität Tübingen ist in der EDV-Anlage für die Berechnung der Prüfgröße z folgende Formel benutzt worden, die sich von der oben angegebenen dadurch unterscheidet, daß im Nenner ein Korrekturglied eingefügt wurde. Die nach Sachs auf Walter (1951) zurückgehende Korrektur bezieht sich darauf, daß in den Stichproben gleiche Werte, Bindungen genannt, auftreten können.

Die Formel lautet

$$z = \frac{\left| U - \frac{mn}{2} \right|}{\sqrt{\left[\frac{mn}{S(S-1)} \right] \cdot \left[\frac{S^3 - S}{12} - \sum \frac{t_r^3 - t_r}{12} \right]}}$$

Darin bedeutet m, n Größe der Stichproben; S = m + n; U = kleinere der Größen U_1 und U_2; t_r = Anzahl der Werte, die die gleiche Rangzahl besitzen. Für jeden Fall r = 1,2,...,k, in dem gleiche Rangzahlen auftreten, ist der Quotient hinter dem Summenzeichen zu berechnen.

Vom Zentrum für Datenverarbeitung wurden als Resultate von U-Tests die Prüfgrößen U_1 und U_2 sowie z ausgedruckt. Die Signifikanzaussagen, die sich aus diesen Werten anhand der bei Sachs abgedruckten Tabellen 63 bzw. 43 herleiten, stimmten in allen Fällen überein, auch dann, wenn die Anzahlen m und n kleiner als 8 waren.

Zur Frage, ob die Tiere Meide- und Bindungsverhalten erkennen ließen, wurden zwei verschiedene Tests gerechnet.

Der U-Test wurde gerechnet, wenn die bei Anwesenheit der Attrappe erhaltenen Abstandswerte mit den Werten der sog. Leertests verglichen werden.

Die bei Anwesenheit der Attrappe erhaltenen Abstandswerte wurden durch Gegenüberstellung mit den aus verschiedenen Verteilungshypothesen berechneten (kritischen) Werten verglichen. Der Vergleich basiert auf der Annahme, daß Tiere sich um diese Werte herum gleichmäßig verteilen - eine Annahme, die zwar durch die Ergebnisse der Leertests kaum bestätigt wird, aber trotzdem nicht als unrealistisch angesehen werden kann. Die Methode des Vergleichs ist der Fisher-exakt-Test, der auch unter der Bezeichnung Fisher-Yates-Test bekannt ist. Dazu schreibt Sachs (1969, S.365):

"Der exakte Test von FISHER für den Vergleich der Grundwahrscheinlichkeiten zweier Binomialverteilungen (aufgrund kleiner Stichprobenumfänge).

Bei schwach besetzten Vierfeldertafeln (...) geht man von dem Feld mit der geringsten Häufigkeit aus und stellt unter Konstanz der Randsummen alle Vierfeldertafeln auf, die in dem betreffenden Feld noch schwächer besetzt sind. In der Gesamtheit aller dieser Vierfeldertafeln haben diejenigen mit der beobachteten oder einer noch geringeren Besetzung des am schwächsten besetzten Feldes die Wahrscheinlichkeit P. Anders ausgedrückt: Nimmt man die Randsummen der Vierfeldertafel als gegeben und fragt nach der Wahrscheinlichkeit dafür, daß die beobachtete Besetzung der Tafel oder eine noch weniger wahrscheinliche rein zufällig zustandekommt (einseitige Fragestellung), so ergibt sich diese Wahrscheinlich-

keit P als eine Summe von Gliedern der hypergeometrischen Verteilung:

$$P = \frac{(a+b)!(c+d)!(a+c)!(b+d)!}{n!} \cdot \sum \frac{1}{a_i!b_i!c_i!d_i!}$$

Der Index i bedeutet, daß für jede der aufgestellten Tafeln der hinter dem Summenzeichen stehende Ausdruck zu berechnen und dann in der Summe zusammenzufassen ist. (...)"

Die Werte a, b, c, d und n ergeben sich aus Vierfeldertafeln folgendes Typs:

Merkmalspaar II / Merkmalspaar I	Ereignisse (+)	Komplementärereignisse (-)	Insgesamt
Erste Stichprobe	a	b	$a + b = n_1$
Zweite Stichprobe	c	d	$c + d = n_2$
Insgesamt	a + c	b + d	$n_1 + n_2 = n$

Die erste Stichprobe im Sinne dieser Tafel ist die Mnege der in einer Tagesgruppe erhaltenen Abstandsmediane, die (a) grösser oder (b) kleiner als der betreffende kritische Abstandswert sind. Die zweite Stichprobe ist eine hypothetische mit $c = d = n_{1/2}$, sie entspricht der Annahme, daß gleichviele Werte größer und kleiner als der kritische Wert sind.

Bei der Durchführung der Berechnungen ergab es sich, daß bei einem ungradzahligen n_1 - also wenn die Tagesgruppe eine ungerade Anzahl von Abstandsmedianen enthalten hatte - die Berechnungen der Fakultäten nicht durchgeführt werden konnten, weil dann die Werte c und d gebrochene Zahlen enthielten, für die das Berechnen von Fakultäten nicht definiert ist. In solchen Fällen wurde die Anzahl der Werte, die im Sinne der Fragestellung die echt größeren oder echt kleineren waren, um die Zahl 1 vermindert. Dadurch ergab sich zwar, daß ein möglicherweise signifikanter Befund durch die erwähnte Subtraktion zu einem eventuell nichtsignifikanten Ergebnis wurde. Dieser Nachteil wird dadurch kompensiert, daß

hiernach signifikante Resultate mit Sicherheit auf bedeutsame Unterschiede im Sinne der jeweiligen Alternativhypothese hinweisen.

Aufgrund welcher kritischer Werte die Abstandsmediane in größere und kleinere aufgeteilt wurden, ergibt sich aus den zugrundeliegenden Fragestellungen.

3.8.2. Die Fragestellungen

Die Anwendung der drei Signifikanztests, H- und U-Test sowie Fisher-Yates-Test, und die Berechnung des Rangkorrelationskoeffizienten r_s auf die fünf Sorten von Ergebniszahlen (normierte Abstandswerte $\overline{X}_i$, individuelle Abstandsmediane $ME(X)_{ind}$, individuelle mittlere Quartilsabweichungen $QA(X)_{ind}$, Gruppenmediane ais individuellen Abstandsmedianen $ME(ME(X)_{ind})$ und Gruppenmediane aus individuellen Quartilsabweichungen $(ME(QA(X)_{ind})$ erfolgt unter verschiedenen Fragestellungen.

1. Die Frage nach dem Zusammenhang zwischen der Größe der Ergebniswerte und dem Alter der Tiere lautet:

Steigen die Ergebniswerte mit dem Alter der Tiere an? Statistisch exakt formuliert lautet die Frage: Ist der Rangkorrelationskoeffizient r_s, der anhand der Altersangabe und der Größe der Ergebniswerte unter Berücksichtigung der Anzahlen von Werten berechnet und abgeschätzt wird, positiv und größer als die entsprechende Prüfgröße? Die Prüfgrößen wurden der entsprechenden Tabelle in Sachs (1969) entnommen.

2. Die Frage nach dem Einfluß der Versuchsbedingungen bzw. der Artzugehörigkeit lautet:

Haben die Testmodalitäten bzw. hat die Artzugehörigkeit einen bedeutenden Einfluß auf die Ergebniswerte? Statistisch exakt lautet diese Frage: Kann die Nullhypothese, nämlich daß sich zwei (drei) Gruppen von Ergebniswerten nicht bedeutend voneinander unterscheiden, anhand des Resultats des U-Test (H-Test) beibehalten werden? Wenn Ergebniswerte ungeachtet ihres Zusammenhangs mit dem Alter der Tiere in H- und U-Tests einbezogen werden, wird von "reihenweisem Vergleich" gesprochen.

Werden die Ergebniswerte unter Berücksichtigung des Alters in die Tests einbezogen, wird von "tageweisem Vergleich" gesprochen.

3. Die Fragestellung nach Bindungs- bzw. Meideverhalten lautet für den Fisher-exakt-Test:

Kann aus der Größe der individuellen Abstandswerte geschlossen werden, daß die Tiere die Attrappe überdurchschnittlich deutlich erkennbar aufsuchen bzw. sie deutlich erkennbar meiden? Unter Berücksichtigung der verschiedenen Anordnung der Attrappe im Zentrum bzw. 10 cm neben dem Zentrum der Glasschale wird zur Spezifizierung des "deutlich erkennbar" ein kritischer Wert herangezogen, der unter sinnvollen Gleichverteilungsannahmen aus der Geometrie der Versuchsanlage berechnet wurde.

Die für zentrale und dezentrale Anordnung der Attrappe berechneten kritischen Werte enthält die vorletzte Zeile in Tabelle 2. Für die unterschiedlichen Anordnungen der Attrappe sind die Fragen nach Bindungs- und Meideverhalten wie folgt zu spezifizieren:

Bei zentraler Anordnung der Attrappe lautet die Nullhypothese zum Bindungsverhalten: Die individuellen Abstandsmediane weichen nicht von einer Gleichverteilung um den Wert bei Volumengleichverteilung ab. Die Alternativhypothese lautet: Die individuellen Abstandswerte sind so niedrig, daß sie zu einer anderen Population von Werten gehören als die Werte, die bei Gleichverteilung um den Wert bei Gleichverteilung im Volumen erhalten werden.

Bei der zentralen Anordnung der Attrappe ist es nicht sinnvoll, die Meidehypothese aufzustellen, da die Leertests zu so großen Abstandsmedianen führten, daß diese Werte gar nicht übertroffen werden können.

Bei der dezentralen Anordnung der Attrappe können Nullhypothesen zum Bindungs- und zum Meideverhalten aufgestellt werden. Die Nullhypothese zum Bindungsverhalten lautet: Die experimentell erhaltenen Abstandswerte sind so groß, daß sie mit den Werten bei Gleichverteilung um den Volumen-

Gleichverteilungswert in einer gleichen Population vorkommen können. Die entsprechende Alternativhypothese lautet: Die experimentell erhaltenen Abstandswerte sind so klein, daß sie aus einer anderen Population stammen als die Werte bei Gleichverteilung um den Volumengleichverteilungswert.

Entsprechend lautet die Nullhypothese des Meideverhaltens: Die experimentell erhaltenen Abstandswerte sind so groß, daß sie zur gleichen Population gehören wie die Werte, die sich bei Gleichverteilung um den Randgleichverteilungswert ergeben. Die Alternativhypothese dazu lautet: Die experimentell erhaltenen Abstandswerte sind um so viel größer als die bei Gleichverteilung um den Randgleichverteilungswert erhaltenen, daß sie nicht zur gleichen Population gehören wie die unter der Gleichverteilungsannahme erhaltenen Werte.

Zuordnung zum Alter

Wie aus den Versuchsplänen hervorgeht, ist das Alter der Tiere bei Schwimmbeginn unterschiedlich gewesen. Dies hängt mit der Größe der Eier zusammen, aus denen sich die Tiere entwickeln (vergl. Peters 1963 a, Bauer 1968 und Brestowsky 1968). Die Ergebniswerte werden daher in zwei verschiedene Altersbezüge gestellt. Einerseits wird das Alter der Tiere in Tagen bezogen auf das Datum, an dem der Laichakt erfolgte. Verkürzt wird dafür der Ausdruck "LD" benutzt, der den Bezug zum Laichdatum zum Ausdruck bringen soll. Andererseits werden Ergebniswerte im Zusammenhang mit dem Tag gebracht, an dem die Mehrzahl der Tiere schwimmen konnte. Bei Bezug auf das Alter der Tiere bei Schwimmbeginn wird die Bezeichnung "SB" benutzt.

Für die Größe der Eier hat Peters (1963 a) eine gewisse Konstanz bei den Substratbrütern gefunden. Bei Maulbrütern wird die Eigröße mit von der Größe der Weibchen bestimmt. Bei konstanter und gleichbleibender Temperatur ist anzunehmen, daß die Zeitpunkte des Schwimmbeginns in erster Linie von der Eigröße abhängig sind.

Die Bestimmung des Tages des Schwimmbeginns ist nicht einfach. Lange vor Schwimmbeginn zeigen die Jungfische aller unter-

suchten Arten die Bewegungen des Schwänzelns, wobei das caudale Ende des Körpers stark hin und her schlägt. Ehe die Schwimmblase der Tiere hinreichend mit Luft gefüllt ist, erheben sich die Tiere schon vom Boden, dabei schwänzeln sie, um sofort wieder zu sinken, wenn die Schwänzelbewegungen aufhören. Als Zeitpunkt des Schwimmbeginns wurde der Tag angesehen, an dem mehr als die Hälfte der betrachteten Tiere sich für mindestens eine Minute im Wasser halten konnte, ohne sofort nach Ende der Schwänzelbewegungen zu Boden zu sinken. Dieser Zeitpunkt schwankt innerhalb der Arten um 4 Tage (T.mariae), 3 Tage (T.nilotica) bzw. 3 Tage (T.tholloni).

Die Resultate von Versuchen werden überwiegend unter Bezug auf das Alter ab Laichdatum verglichen, wenn Ergebnisse von Versuchstieren der gleichen Art betrachtet werden. Werden aber Resultate von Tieren verschiedener Arten verglichen, wird dem Altersbezug Schwimmbeginn der Vorzug gegeben.

An dieser Stelle bedanke ich mich bei den Herren Schubring, Maier und Klemt vom Zentrum für Datenverarbeitung an der Universität Tübingen, die mich in der Auswahl der Signifikanztests berieten und die umfangreichen Berechnungen von Ergebniswerten und Signifikanztests durchführten.

3.8.3. Kriterien für Bindung und Meiden

Die Abstände, die junge Tilapien gegenüber einer Elternattrappe einnehmen, sind die Grundlagen der Einschätzung ihrer Zuordnung -ur Attrappe. Die Tiere können Bindungsverhalten zeigen, sie können gegenüber der Attrappe ambivalentes Verhalten erkennen lassen, schließlich können sie Meideverhalten zeigen. Diese Abgrenzung von drei verschiedenen Verhaltensformen geht zurück auf Brestowsky (1968).

Im Rahmen der vorgelegten Untersuchungen mußten die Verhaltensbenennungen operationalisiert werden. Es bietet sich folgende grobe Zuordnung an: Bindungsverhalten ist an niedrigen Abstandswerten zu erkennen, ambivalentes Verhalten drückt sich in Abstandswerten mittlerer Größe aus, Meideverhalten ist mit hohen Abstandswerten verbunden. Die Ergeb-

nisse der Leerversuche und die Hypothesen zum Aufenthalt bei verschiedenen Orientierungsannahmen gestatten eine Spezifizierung dieser Zuordnungen. Danach können dem Terminus Bindungsverhalten diejenigen Abstandswerte zugeordnet werden, die durch folgende Eigenschaften charakterisiert sind: Sie sind niedriger - und zwar nach Ergebnis des U-Tests signifikant niedriger - als die Werte des sogenannten Abstandes aus den Leerversuchen; Abstandswerte, die diese Bedingung erfüllen, müssen noch überprüft werden, ob sie nicht als Ausdruck einer Gleichverteilung im Volumen angesehen werden können. Diejenigen Werte, die - nach den Resultaten des Fisher-exakt-Test signifikant - niedriger sind als der Abstandswert bei Gleichverteilung im Volumen, können als Ausdruck der Bindung angesehen werden.

Entsprechend können dem Terminus Meideverhalten diejenigen Werte zugeordnet werden, die a) signifikant größer als die sogenannten Abstandswerte der Leerversuche sind, und b) signifikant größer als der Wert bei Gleichverteilung an der Wand des Versuchsgefäßes sind.

Die Ergebnisse der Leerversuche sind bei Benutzung einer Schablone entsprechend dezentraler Anordnung der Attrappe etwa so groß wie der theoretische Abstandswert bei Gleichverteilung entsprechend den Wand- und Boden-Flächenanteilen der Bereiche. Es ist also anzunehmen, daß die Tiere sich, wenn keine Attrappe vorhanden ist, entsprechend der zugrundeliegenden Hypothese in der Versuchsschale aufhalten. Damit wäre der Vergleich der Abstandswerte mit den anderen zwei theoretischen Werten - Wert bei Gleichverteilung im Volumen bzw. Wert bei Gleichverteilung an der Wand - biologisch unrealistisch, zumindest insofern, als die Leertests zeigten, daß diese Hypothesen für das Verhalten der Tiere nicht relevant sind. Aber es kann nicht ausgeschlossen werden, daß diese zwei Hypothesen relevant werden könnten, wenn eine Attrappe im Schwimmraum vorhanden ist. Daher werden die vergleichsweise strengeren Überprüfungen der Abstandswerte mit den sogenannten Abstandswerten entsprechend den beiden Hypothesen durchgeführt.

Diejenigen Abstandswerte, die weder die zwei Kriterien der Bindung noch die des Meidens erfüllen, werden nach Brestowsky (1968) allein dem Terminus ambivalentes Verhalten zugeordnet werden müssen. Es fragt sich aber, ob dieser Begriff der einzige sinnvolle Begriff ist, den man dem Verhalten dieser Tiere zuordnen kann. Dem Begriff Ambivalenz liegt die Vorstellung zugrunde, daß nahezu gleichzeitig zwei einander entgegengerichtete Tendenzen im Tier gegeben sind. Hierfür mag als Stütze die Verhaltensschilderung angesehen werden, die Brestowsky (1968, S.774) zum Stichwort Ambivalenz gibt. Daneben gibt es aber auch Verhaltensweisen, die Konflikte nicht erkennen lassen und trotzdem zu Abstandswerten mittlerer Größe führen. Hier wäre der Terminus neutrales Verhalten angebracht, mit dem gemeint ist, daß die Attrappe keine besondere Verhaltensweise des Tieres hervorruft.

Alle diejenigen Abstandswerte, die weder die Kriterien der Bindung noch die des Meidens erfüllen, seien also den Begriffen ambivalentes bzw. neutrales Verhalten zugeordnet.

4. Ergebnisse

4.1. Versuche zur Methode

Entsprechend dem Anliegen, erfahrungsabhängige Bestandteile im Verhalten junger Tilapien finden und quantifizierbar darzulegen, habe ich Versuche mit jungen Tilapien durchgeführt, die sich in einem Alter befinden, zu dem sie Bindung an ihre Eltern erkennen lassen. Hier soll zunächst der Gang der Entwicklung der schließlich beibehaltenen Methoden geschildert werden. Dabei kommt es nicht so sehr auf die Darlegung der chronologischen Entwicklung der Methodik an. Vielmehr soll anhand der methodischen Besprechung aufgezeigt werden, wie die jeweiligen Befunde zur Fortentwicklung der Methode beitrugen.

Die Mehrzahl der hier erwähnten Versuche hatte ich zunächst kursorisch durchgeführt. Dabei ergaben sich Einschätzungen von der Brauch- oder Unbrauchbarkeit der jeweiligen Methode. Die kursorische Durchführung hatte zur Folge, daß die einzelnen Befunde nicht hinreichend exakt protokolliert worden waren. Herrn Prof.Dr. Varju verdanke ich die Anregung, den methodischen Teil gründlich zu bearbeiten und aussagekräftige Resultate vorzulegen. Bei Versuchen, die ich mit dieser Absicht nach Durchführung der Hauptversuche durchführte, ergaben sich nicht nur Bestätigungen von Resultaten der zunächst kursorisch durchgeführten Versuche, sondern auch weitere neue Resultate. Daher soll der Beschreibung der Entwicklung der Versuchsmethode ein relativ großer Raum zugestanden werden.

Zunächst hatte ich Jungfische einzeln in ein Schwimmgefäß getan, und ihr Verhalten gegenüber einer bewegten Attrappe beobachtet. Der Versuch, Aussagen durch Protokollieren der Einzelheiten ihres Verhaltens zu gewinnen, bestand darin, daß ich mich bemühte, bestimmte Bewegungen wie "Wendung zur Attrappe hin", "Wendung von der Attrappe weg", "Schwimmen zur Attrappe hin" sowie "Schwimmen von der Attrappe weg"

zu notieren. Da bei solchem Protokollieren auch der Ort, an dem eine solche Bewegung erfolgt, sowie der Zeitpunkt, zu dem die beobachtete Bewegung erfolgt, notiert werden müßte, ergab sich die Schwierigkeit, sehr viele Notizen in kürzester Zeit anzufertigen. Da mir ein solches Protokollieren nicht möglich war, nahm ich Abstand von dem Bemühen, alle erkennbaren Elemente des Verhaltens zu protokollieren.

Eine Methode, das Verhalten fast vollständig zu protokollieren, wäre durch das Filmen gegeben. Diese Methode ist aber finanziell recht aufwendig und war daher nicht generell anwendbar. Eine von Brestowsky benutzte Methode ist das Protokollieren durch photographische oder manuelle Aufzeichnung der Schwimmbahn. Bei dieser Methode läßt sich nachträglich zwar die vom Fisch geschwommene Bahn rekonstruieren. Es ist aber nicht möglich, die Zeitpunkte anzugeben, zu denen der Fisch die jeweiligen Bewegungen durchführte.

Im Verlauf einiger spielerisch durchgeführter Vorversuche kam ich auf die Methode, zu vorgegebenen Zeitpunkten den Abstand anzugeben, den der Fisch gegenüber der Attrappe einnimmt. Die auf dieser Idee basierende Methode habe ich weiter ausgebaut, indem ich ein Aquarium mit gläsernem Boden benutzte, unter dieses eine Schablone legte, die verläßliche Angaben des Ortes bzw. des Abstandes von der Attrappe ermöglicht, und indem ich von einem Tonband Zeitsignale abhörte, zu denen ich den jeweiligen Ort notierte, an dem sich der Fisch aufhielt, wenn das Zeitsignal ertönte. Diese Methode behielt ich bei.

4.1.1. Form und Größe des Schwimmraumes

Erste Beobachtungen junger Tilapien führte ich in Teilen eines 2 m langen Aquariums durch.

In einem Aquarium (2 m lang, 26 cm hoch, 32 cm breit) waren 4 Trennwände angebracht, sodaß der Inhalt des Aquariums in fünf gleich große Teile untergliedert war. Durch ein entsprechendes Gestell (siehe Abb.1) war es möglich, in der räumlichen Mitte jedes Abteils eine Attrappe zu bewegen.

Als Attrappen dienten gläserne, schwarz lackierte Kugeln von 4 cm Durchmesser, die einen gläsernen Stiel von ca. 10 cm Länge besitzen. Mit Hilfe eines Rührwerkmotors wurden Attrappen über ein Seilzugsystem mechanisch vertikal auf und ab bewegt. Der Ort der Attrappe änderte sich nicht. Die vertikale Bewegung entsprach einer Sinusschwingung mit der Frequenz 1 bis 2 und einer Amplitude (A_o) von 0,5 bis 1,5 cm. Das Aquarium stand auf einem Gestell von 1,50 m Höhe, die Beobachtung war durch die Frontscheibe möglich.

In ein solches Abteil brachte ich eine Gruppe von etwa 30 noch nicht schwimmfähigen T.tholloni. Die Tiere waren im Brutschrank aufgewachsen. Von Tag zu Tag beobachtete ich die Tiere und bekam einen ersten Eindruck von ihrem Verhalten: Die noch nicht voll schwimmfähigen 5 Tage alten Tiere fanden sich am Boden direkt unter der Attrappe ein. Die meisten Tiere lagen unter der Attrappe - teils ohne erkennbare Bewegung, teils schwänzelten sie. Etliche Tiere schwammen wiederholt zur Attrappe hoch. Dabei waren die Körperlängsachsen fast senkrecht und der Schwanzteil des Körpers in so starker Bewegung, daß man die einzelnen Bewegungen nicht erkennen konnte. Dieses Bild blieb während des ersten Tages gleich.

Am nächsten Tag sah ich die 6 Tage alten Tiere in ähnlicher Anordnung. Nun lag die Mehrzahl der Tiere nicht mehr am Boden. Fast alle schwammen bis etwa 3 cm vom Boden hoch, sie schwammen schwänzelnd sodaß es aussah, als könnten die Tiere auf ihren schnell bewegten Schwänzen stehen. Häufiger als am Vortag näherten sich einzelne der Attrappe, sanken aber wieder zu Boden, ehe sie die Attrappe berührten. Bald erhoben sie sich wieder vom Boden und schwammen in der Gruppe der anderen.

Anders war das Bild am folgenden Tag: Fast alle Tiere schwammen "richtig": Sie machten nicht mehr so auffällig die Schwänzelbewegungen, sanken auch nicht so plötzlich zu Boden. Sie schwammen ruhig umher, schwänzelten nur selten und hielten sich meist in der Nähe der Attrappe auf. Sie schwammen unentwegt bei der Attrappe, ohne sie aber gezielt anzuschwimmen und zu berühren. Manche wurden von der auf und ab

schwingenden Attrappe berührt. Jeweils nach einer solchen Berührung schwamm das betreffende Tier fast senkrecht zu Boden.

In den folgenden Tagen änderte sich das beobachtete Verhalten kaum. Es war lediglich nach einigen Tagen zu erkennen, daß die Tiere sich nicht mehr so nahe bei der Attrappe aufhielten. Vielmehr standen sie an den Wänden ihres Schwimmraumes und hielten sich an Kanten und in Ecken auf.

Die mit gepulvertem Tetramin gefütterten Tiere wurden langsam größer. Am zehnten Tag nach Beginn der Beobachtungen brach ich den Versuch ab, weil keine auf Bindung an die Attrappe hinweisenden Bewegungen mehr zu sehen waren.

Später führte ich noch mehrere Beobachtungen an Tieren verschiedener Tilapia-Arten durch, die ich mit Attrappe wie auch ohne Attrappe in diesen Abteilen aufwachsen ließ.

In Abteilen, in denen sich keine Attrappe befand, scharten sich Gruppen junger Tilapien in der Regel an Kanten bzw. in Ecken zusammen. Dieses recht auffällige Verhalten war bis etwa 3 Tage nach Schwimmbeginn zu erkennen.

Aus Gruppen junger Tilapien setzte ich jeweils einzeln Tiere in ein Abteil, in dem sich kein weiteres Tier befand. Ich versuchte, dessen Verhalten zur Attrappe zu protokollieren. Insbesondere protokollierte ich die Entfernung zur Attrappe, in dem sich das Tier aufhielt. Derartige Bemühungen brach ich ab, da ich die Entfernung der Tiere zur Attrappe in dem 32 cm breiten Abteil nicht hinreichend exakt abschätzen konnte. Da mir die Beobachtungsabteile für derartige Beobachtungen zu klein vorkamen, benutzte ich ein größeres Aquarium.

Vorübergehend beobachtete ich Tiere (T.mariae) in einem Gestell-Aquarium, das hier als "Acht-Eck-Aquarium" bezeichnet werden soll.

Das Aquarium hat eine Grundfläche aus Glas. Seine Seitenwände waren 25 cm hoch. Von einer Seite bis zur gegenüberliegenden maß dies Aquarium 1,20 m. Es stand auf einem Gestell.

Unter dieses Aquarium stellte ich einen runden Metall-Spiegel von 1,00 m Durchmesser unter einem Winkel von etwa 30° geneigt. Über diesen Spiegel konnte das Innere des Aquariums durch die gläserne Bodenplatte überblickt werden. Das bis zur Höhe von 23 cm mit Wasser gefüllte Aquarium bedeckte ich mit einer auf einem entsprechend angefertigten Rahmen befestigten Transparentfolie. Auf diese hatte ich 12 konzentrische Kreise um den Mittelpunkt herum gezeichnet. Die Radien betrugen 5 cm, 10 cm, ... bis 60 cm. Oberhalb dieser Folie waren 8 Glühbirnen angebracht, die die Folie beleuchteten. Im Mittelpunkt des Acht-Eck-Aquariums war eine Attrappe angebracht, die ebenfalls über einen Rührwerksmotor vertikal mit den genannten Eigenschaften bewegt wurde.

In dieses Aquarium setzte ich nun je ein junges T.mariae ein und protokollierte seinen Abstand zur Attrappe für eine halbe Stunde.

In den ersten Versuchstagen erhielt ich Abstandswerte von etwa 0 bis 5 der genannten Abstandseinheiten, entsprechend Abständen von 0 bis 30 cm. An den folgenden Tagen schwamm das Tier weit von der Attrappe weg und geriet häufig in den toten Winkel am Rahmen des Gestell-Aquariums und blieb dort für längere Zeit dem Blick entzogen. Auch bildete sich bald Kahmhaut auf der Wasseroberfläche; diese bildete sich nicht, wenn das Wasser belüftet wurde; dann sammelten sich aber Kalk-Abscheidungen auf der Bodenplatte an. Wegen dieser methodischen Schwierigkeiten, und weil das etwa 2 mm breite Tier nur schlecht zu erkennen war, brach ich die Versuche an diesem Aquarium ab.

4.1.2. Aufenthalt in eckiger Testschale

Weitere Versuche führte ich in einer relativ kleinen, aus geklebten Glasscheiben zusammengesetzten Beobachtungsschale durch. Auf eine 30 cm x 30 cm messende Bodenplatte sind vier 12 cm hohe Glasplatten aufgeklebt, sodaß ein Schwimmraum von 29,5 cm Länge und Breite und 10 cm Höhe besteht. Dieses Gefäß umhüllte ich seitlich mit weißem Papier und

stellte es in die beschriebene Testanordnung. Unter diesem Gefäß liegt eine weiße, mit Linien im Abstand von je 3 cm vertikal und horizontal gezeichnete Schablone. In dieses Gefäß setzte ich einzeln Tiere ein und protokollierte ihren Aufenthalt im zeitlichen Abstand von je 5 sec.

Die Beobachtungen ergaben, daß sich Tiere viel an den Kanten und in den Ecken aufhalten. Insbesondere ältere Tiere und Tiere, die ohne Attrappe im Gefäß schwimmen, neigen dazu. Die Anordnung der Attrappe scheint auf die Neigung, sich in Ecken aufzuhalten, keinen Einfluß zu haben: Ob die Attrappe im Zentrum der Schale oder in einer Ecke angebracht ist, stets sind die nicht intensiv gebundenen Tiere häufig an Kanten und in Ecken. Die Abb.8 gibt Darstellungen der Aufenthaltshäufigkeiten von 16 Tage alten T.mariae wieder.

Wenn Tiere dem Verlauf einer Grenzfläche folgend sich von der Attrappe weg oder zu ihr hin bewegen, sind die jeweils protokollierten Aufenthaltsorte nicht allein durch die Beziehung der Tiere zur Attrappe bedingt. Daher haben Abstandsangaben, wie sie an der erwähnten eckigen Schale ermittelt werden, bezüglich dessen was mit Bindung gemeint ist, nur eine geringe Aussagekraft.

Auf der Suche nach einer Testanordnung, die die Bestimmung der Abstandswerte einfacher macht und den Einfluß von Ecken auf die Aufenthaltsorte reduziert, kam ich auf eine runde Glasschale. Alle Versuche, über die im Folgenden berichtet wird, sind mit einer runden Versuchsschale durchgeführt worden, die zur Erleichterung der Abstandsbestimmung in der Testanlage über einer Schablone auf einer Glasplatte steht. Wenn Besonderheiten der Methode vorliegen, werden sie ausdrücklich erwähnt.

4.1.3. Attrappe im Mittelpunkt der Schale

Etliche Versuche führte ich durch, bei denen die Attrappe im Mittelpunkt der Glasschale angebracht war. Unter der Glasschale befindet sich die Schablone mit konzentrischen Kreisen. Die Fläche unter der Glasschale ist durch Kreis-

linien in zehn Abstandsbereiche und durch Linien in 8 Richtungsbereiche unterteilt.

In der Annahme, mit der erwähnten Testanordnung eine Methode gefunden zu haben, die ermöglicht, bei älter werdenden Tilapien den Übergang von starker Bindung zum Meideverhalten erkennen zu können und auch bindungsdifferenzierende Einflüsse unterschiedlicher Aufzuchtweisen erkennen zu können, führte ich folgende Versuche durch:

In einem Vorversuch testete ich diese Versuchsanlage wie folgt. Unter der Schale befindet sich eine mit Abstands- und Richtungsangaben versehene Schablone. Im Zentrum der Schale wird die Attrappe bewegt.

Versuchsgruppe 1: 14 T.mariae, Alter 9 Tage nach Laichdatum, Aufzucht seit einem Tag im Gefäß mit Attrappe. Versuch erfolgt am Tag des Schwimmbeginns. Die 14 Tiere werden nacheinander getestet.

Versuchsgruppe 2: 14 T.mariae, Alter 15 Tage nach Laichdatum, 7 Tage ab Schwimmbeginn, Aufzucht seit 7 Tagen mit Attrappe.

Versuchsgruppe 3: 6 T.mariae, Alter 16 Tage ab Laichdatum, 8 Tage ab Schwimmbeginn, Aufzucht seit 8 Tagen an Attrappe.

Die Befunde der Versuchsgruppen 1 und 2 sind in Tabelle 3 wiedergegeben.

Die Abb.9 enthält etwas ausführlicher die Ergebnisse der Versuchsgruppe 3, es sind die Prozentwerte von Aufenthaltshäufigkeiten a) summiert nach Richtungen und b) summiert nach Abständen angegeben.

Die Angaben über die Häufigkeiten entsprechend den 8 Richtungssektoren erlauben den Schluß, daß die Tiere keine bestimmte Richtung bevorzugen. Die Testanordnung scheint also keine Reize zu enthalten, aufgrund derer Richtungsbevorzugungen entstehen. Entsprechende Befunde erhielt ich auch in Versuchen mit Tieren anderen Alters und anderer Arten.

Die Häufigkeitsverteilungen in der Tabelle 3 lassen erkennen, daß die Tiere der Gruppe 1 hauptsächlich bei der Attrap-

pe, die der Gruppe 2 hauptsächlich fern von der Attrappe waren. Diese Verteilungen sprechen dafür, daß die Testanordnung die Tiere nicht hindert, ihre Zuordnung zur Attrappe klar erkennen zu lassen.

Die Verteilung der Häufigkeiten in den Abstandsbereichen ist in manchen Versuchen angenähert U-förmig. Relativ hohe Häufigkeiten sowohl bei der Attrappe wie auch am Rand sprechen in Verbindung mit relativ geringen Häufigkeiten im Bereich zwischen Attrappe und Rand dafür, daß sowohl die Attrappe wie auch die Wand der Glasschale für die Tiere "attraktiv" sein können (vgl. Abb.9b).

Die Attraktivität der Attrappe scheint nach der Form der Verteilung in einem Alternativverhältnis zur Attraktivität der Wand zu stehen. Zumindest reagieren Tiere sowohl auf die Attrappe wie auch auf die Wand mit Annäherung, worauf später näher eingegangen wird.

Nach diesem Befund führte ich Versuche mit T.mariae, T.nilotica und T.tholloni durch, die den Fragen nach Einfluß von Alter, Aufzuchtweisen und Artzugehörigkeit auf die Abstände entsprachen: Aus einem Gelege von T.mariae wuchsen 14 Tiere mit bewegter Attrappe auf, weitere 15 Tiere wuchsen in einem Schwimmraum ohne Attrappe heran, weitere 15 Tiere wuchsen mit lediglich sichtbarer Attrappe auf (vgl. Tabelle 4a).

Täglich setzte ich alle Tiere einzeln in die Schale, in deren Mittelpunkt sich die bewegte Attrappe befand. Die Abbildung 10 gibt die Abstandsmediane als Ergebnisse wieder: Die Abstandswerte der jüngeren Tiere sind sehr klein, die der älteren Tiere sind sehr groß. Der Übergang von den geringen zu den großen Abständen erfolgt innerhalb jeder Versuchsreihe sehr plötzlich. Die abstandsdifferenzierende Auswirkung der Aufzuchtweisen ist anhand der Abbildung kaum zu erkennen.

Dennoch lassen sich abstandsdifferenzierende Einflüsse anhand der Ergebnisse der U-Tests festhalten (vergl.Tab.5): Signifikante Unterschiede zwischen den mit und ohne Attrappe

aufgewachsenen Tieren ergaben sich für den 12. bis 15.Tag. Die Aufzuchtweise sichtbare Attrappe führt zu Abstandswerten, die sich von den Werten der beiden erwähnten Versuchsreihen statistisch nicht unterscheiden.

Um herauszufinden, ob sich differenzierende Auswirkungen zwischen den Aufzuchtweisen mit Attrappe und sichtbare Attrappe bei T.nilotica ergeben würden, führte ich mit Tieren dieser Art entsprechende Versuche durch (vergl. Tabelle 4b). Die Abstandswerte sind in Abb.11 dargelegt. Die Resultate der U-Tests sind in Tab.6 enthalten.

Als Befund läßt sich formulieren, daß als differenzierende Wirkung angesehen werden kann, daß die Abstandswerte der mit sichtbarer Attrappe aufgewachsenen Tiere vom 11. bis zum 14.Tag deutlich größer sind. Die U-Tests lassen gesicherte Unterschiede vom 10. bis zum 15.Tag erkennen. Der Unterschied besteht danach hauptsächlich darin, daß die Aufzuchtweisen den Zeitpunkt bestimmen, von dem an größere Abstände zur Attrappe eingenommen werden.

Schließlich führte ich bei der zentralen Anordnung der Attrappe auch noch einen Versuch mit T.tholloni durch. Anfangs zehn Tiere wuchsen mit Attrappe auf (vgl.Tabelle 4c). Vom 6. bis zum 16.Tag setzte ich sie einzeln in die Versuchsschale, in deren Mitte die Attrappe angeordnet war. Die Abstandswerte sind lediglich am 6. und 7.Tag niedrig. Vom 10.Tag an sind sie sehr groß, sodaß sich die Annahme aufdrängt, die Tiere würden die Attrappe meiden.

Werden die Abstandswerte der nach gleicher Aufzuchtweise herangewachsenen Tiere der verschiedenen Arten einander gegenübergestellt, kann das Alter ab Laichdatum wie auch ab Schwimmbeginn zugrunde gelegt werden. Die Abbildung 12 enthält die Gegenüberstellung der mit Attrappe aufgewachsenen Tiere. Artunterschiede erscheinen hier als unterschiedliche Zeitpunkte, zu denen der Übergang von niedrigen zu hohen Abstandswerten erfolgt. Dieser Übergang erfolgt bei Zuordnung zum Alter ab Laichdatum zuerst bei T.tholloni (etwa 7. bis 8.Tag) und etwa gleichzeitig bei T.nilotica und

T.mariae, wobei hohe Abstandswerte von T.mariae etwas früher (am 13.Tag) als von T.nilotica (am 15.Tag) erreicht werden.

Werden die Ergebniswerte dem Alter bei Schwimmbeginn zugeordnet, erfolgt der Übergang zwischen niedrigen und hohen Werten recht bald nach Schwimmbeginn; am 3.Tag bei T.tholloni und auf den 5.Tag fallen die ersten hohen Werte bei T.mariae und T.nilotica. Die U-Test-Ergebnisse befinden sich in Tab.7. Bemerkenswerte Signifikanzen bestehen vom 1. bis 4.Tag zwischen T.mariae und T.tholloni. Die Abstände der mit sichtbarer Attrappe aufgewachsenen Tiere enthält Abb.13. Danach erreichen T.nilotica hohe Abstandswerte schon am Tag nach Schwimmbeginn. Die T.mariae erreichen so hohe Werte erst am 4.Tag ab Schwimmbeginn. Die Unterschiede sind an den ersten drei Tagen ab Schwimmbeginn nach den Ergebnissen signifikant (vgl. Tabelle 8).

Zusammenfassung:
Die dargelegten Ergebnisse von Abstandsbestimmungen lassen die Vermutung zu, daß Abstände gegenüber einer Elternattrappe von mehreren Faktoren abhängen, und zwar:

1. Junge Tilapien befinden sich in einer Alternativ-Situation, bei der sie zwischen Attrappe und senkrechter Wand wählen müssen. Sie entscheiden sich zumindest zu bestimmten Zeitpunkten wirklich.
2. Wie die Entscheidung ausfällt, ist abhängig vom Alter, und zumindest bezüglich T.mariae und T.nilotica von der Aufzuchtweise.

Anhand der Abstandswerte $ME(ME(X)_{ind})$, also der Gruppenmediane aus den individuellen Abstandsmedianen, scheint es möglich, die Dauer der Bindung anzugeben. Sie ist, unter Bezug auf die Aufzuchtweisen für die drei Arten in den Tabellen 9a und 9b angegeben. Zur Entscheidung, ob Abstandswerte für das Vorhandensein von Bindung angesprochen werden können, wurden sie a) mit einem willkürlich festgesetzten Abstandswert von 5,0 Einheiten verglichen und b) mit Hilfe des Fisher-exakt-Tests abgeschätzt. Der Abstandswert 5,0 ist kleiner als der Wert bei Gleichverteilung der Ab-

standsereignisse im Volumen - ME_{Vol} = 6,10 Abstandseinheiten. Kleinere Durchschnittswerte des Abstandes könnten also auf Bindung hindeuten.

In der Tabelle 9a ist angegeben, bis zu welchem Tag die Gruppendurchschnittswerte des Abstandes kleiner als 5,0 Einheiten sind. In der Tabelle 9b sind die Ergebnisse des auf Bindung orientierten Fisher-exakt-Tests wiedergegeben: Die Tabelle enthält die Angaben des Alters, (bis) zu dem bei Verwendung des kritischen Abstandswertes 6,10 Einheiten auf Bindung geschlossen werden kann.

Die Angaben in der Tabelle 9a sprechen dafür, daß die Aufzuchtweise mit Attrappe zu einer längeren Bindungsphase führt als die beiden anderen Aufzuchtweisen. Bei T.mariae ist die Bindung einen Tag länger zu erkennen, bei T.nilotica drei Tage länger.

Da die mit Attrappe aufgewachsenen T.tholloni schon am achten Tag, bezogen auf Laichdatum, die hohen Abstandswerte erkennen ließen, habe ich mit dieser Art keine weiteren Versuche bei dieser Testanordnung durchgeführt.

Zur Interpretation der Altersangaben der Tabelle 9b sei nur mitgeteilt, daß die Bindungsphase äußerst kurz zu sein scheint, wenn diese Werte zu der Einschätzung ihrer Dauer herangezogen werden.

Die bisher getroffenen Aussagen müssen, ehe sie als Einfluß von Bindungstendenzen auf den Abstand anerkannt werden können, überprüft werden. Ist das, was bisher der Wirkung der Attrappe zugeschrieben wurde, wirklich eine Folge der Einstellung der Tiere zur Attrappe? Insbesondere ist zu fragen, ob sich die hohen Abstandswerte als Ausdruck einer Meidetendenz ansehen lassen können.

Um diesen Einwand zu berücksichtigen, führte ich Leerversuche durch, bei denen keine Attrappe im Schwimmgefäß vorhanden ist. Zusätzlich führte ich eine Überlegung zur Geometrie der Testanordnung durch, deren Resultat vor einer derartigen Auffassung mahnt.

Versuche ohne Attrappe

Versuche zur Frage, ob hohe Abstandswerte auf die Wirkung der Attrappe zurückgeführt werden können, führte ich mit T.mariae und T.nilotica durch.

T.mariae
Je sechs Tiere im Alter von 16 Tagen ab Laichdatum, die bisher mit, ohne und mit sichtbarer Attrappe aufgewachsen waren, ließ ich für je 5 Minuten einzeln in der Glasschale schwimmen, in der keine Attrappe war, unter der aber die Schablone entsprechend zentraler Anordnung der Attrappe lag.

Die Auswertung der Aufenthaltshäufigkeiten in den einzelnen Bereichen ergab, daß von den insgesamt 1 080 Aufenthaltsereignissen allein 993 (entsprechend 92%) in den Bereichen 8 und 9 registriert wurden. Die Häufigkeitsverteilungen führten bei der üblichen Berechnung von Medianen zu einem "Abstandsmedian" von über 8,5 Abstandseinheiten.

T.nilotica
An vier verschiedenen Tagen (im Alter von 11 und 12 sowie 17 und 18 Tagen ab Laichdatum) ließ ich je 12 T.nilotica einzeln in der Glasschale ohne Attrappe schwimmen. Alle Mediane der Tagesgruppen sind größer als 8,40 Abstandseinheiten.

Allein schon diese Befunde von T.mariae und T.nilotica sprechen dagegen, daß hohe Abstandswerte bei Anwesenheit einer Attrappe auf die Beziehung der Tiere zur Attrappe zurückgeführt werden müßten.

4.1.3.1. Zur Geometrie der Testanordnung

Wenn sich ein Tilapia-Jungfisch in einem Schwimmgefäß befindet, ist es sehr wahrscheinlich, daß er sich an bestehenden Strukturen seiner Umgebung orientiert. Wird aber angenommen, er würde sich völlig zufällig bewegen, dann würde er sich in jeder Volumeneinheit mit gleicher Wahrscheinlichkeit aufhalten. Unter Berücksichtigung der Anteile, die die Abstandsbereiche am Gesamtvolumen der Schale haben, müßten sich also

die Häufigkeiten des Aufenthalts entsprechend der Größe der Volumina der Bereiche bemessen. Die Häufigkeiten der in den einzelnen Bereichen registrierbaren Aufenthaltsereignisse würden sich an der Gesamthäufigkeit der Ereignisse wie die Volumenanteile am Gesamtvolumen ergeben. Die Seiten 22 bis 23 enthalten die Berechnung der Volumenanteile, die %-Werte sind in der Tabelle 2 enthalten und in Abb.14 veranschaulicht.

Der Vergleich von experimentell erhaltenen Häufigkeitsverteilungen bei Abwesenheit der Attrappe mit der Verteilung der Volumenprozentwerte ergibt, daß die Tiere im Bereich 9 - also an der senkrechten Wand der Glasschale - wesentlich häufiger waren, als nach der Volumenanteil-Hypothese zu erwarten war (vgl. Abb.15).

Eine weitere Annahme ist die, daß die Tiere sich nur an der senkrechten Wand aufhalten würden. Dann wären alle Aufenthaltsereignisse im Bereich 9 zu registrieren und es berechnete sich ein Abstandsmedian von 9,50 Abstandseinheiten. Der unter der zweiten Annahme erhaltene Wert stimmt schon beachtlich gut mit den experimentell erhaltenen (8,5 Abstandseinheiten) überein, ist aber größer.

In der Annahme, daß sowohl die Volumenanteile wie auch die senkrechte Wand zu den experimentell erhaltenen sog. Abstandswerten beigetragen haben, gilt es, eine weitere Hypothese zu formulieren, die es ermöglicht, Volumen- und Wand-Anteile zu berücksichtigen. Wegen der sich aus einer solchen Hypothese ableitenden Schwierigkeit, Prozentwerte von Volumenanteilen mit Flächenmaßen zu verrechnen, formulierte ich ersatzweise folgende Hypothese:
Es wird angenommen, daß die Tiere sich im Schwimmgefäß entsprechend den Flächenanteilen verteilen, die die einzelnen Bereiche an der Gesamtfläche der Versuchsschale haben. Die Berechnung (vgl. S.22) ergibt Prozentwerte des Anteils an der Gesamtfläche, die in Tab.2 enthalten und in Abb.14 veranschaulicht sind. Die experimentell erhaltenen Werte der Leertests (vgl. Abb.15) entsprechen weitgehend diesen Anteilswerten.

Damit sind die erhaltenen Mediane des sog. Abstandes fast identisch mit dem unter der dritten Hypothese berechneten Wert von 8,71 Abstandseinheiten.

Diese Überlegungen zur Geometrie der Testanordnung lassen also Zweifel gerechtfertigt erscheinen, die gegenüber einer Aussage erhoben werden, die hohe Abstandswerte als Ausdruck einer Meidetendenz gegenüber der Attrappe ansehen will.

Andererseits stellt sich die Frage, ob die hohe Aufenthaltshäufigkeit der ohne und auch mit Attrappe getesteten Tiere an der Wand durch die Annahme einer "Gleichverteilung an der Gesamtfläche" hinreichend erklärt werden kann. Entsprechend dieser Annahme müßte durch Beobachtung festgestellt werden, ob sich die Tiere vor einzelnen Bereichen der Fläche so häufig aufhalten, daß die Hypothese gestützt wird. Vielleicht läßt sich diese Annahme bestätigen.

Aufgrund meiner Beobachtungsmethode - ich beobachtete von oben über einen Spiegel - war es mir nicht möglich, zu belegen, ob und wie häufig sich die Tiere in verschiedener Höhe an der Wand aufgehalten haben. Meine Einschätzung ist eher die, daß die Kante zwischen waagerechter Bodenfläche und senkrechter Wandfläche die Tiere besonders interessiert hat. Aus der Häufigkeit, mit der sich junge elterngeführte Cichliden (Hemichromis bimaculatum) an Grenzflächen aufhalten, hat Kühme (1962) auf das Vorhandensein von Grenzflächenappetenz geschlossen. Die Beobachtung, daß sich junge Tilapien bevorzugt an Kanten und Ecken aufhalten (vgl. auch Abb.8, Test in eckiger Schüssel), legt dementsprechend die Auffassung nahe, die Tiere hätten eine Appetenz, sich in räumlichen Winkeln aufzuhalten.

Mit der Annahme einer solchen Appetenz stellt sich zugleich die Frage nach den Reizen, die zum Verbleiben bei solchen räumlichen Strukturen führen. Daß optische Reize eine Rolle spielen, ist zwar möglich. Optische Reize können sich in der Testanordnung durchaus ergeben haben: Die Schale stand auf einer Glasplatte, unter der sich in etwa 5 mm Entfernung die Schablone befand. Durch die Schatten und oder Re-

flexe, die sich bei der Grenze zwischen waagerechter Bodenplatte und senkrechter Wand ergeben haben können, hätten die Tilapien durchaus optische Orientierungselemente empfangen können. Andererseits halte ich es für wahrscheinlich, daß in dem Maße wie optische Reize ausgeschaltet werden können, sich die Annahme aufdrängt, die Appetenz nach Aufenthalt in Winkeln, Ecken und Höhlungen führe zum Reagieren auf Druck- bzw. Strömungswahrnehmungen. Möglicherweise reagieren die jungen Tilapien auf derartige Reize, die als Reflexe der von ihnen selbst durch Bewegung der Flossen erzeugten Wellen ständig vorhanden sein dürften. Ehe diese Frage aber beantwortet werden kann, müßten u.a. Versuche zur Wahrnehmungsfähigkeit des Lateralis-Systems dieser Jungfische durchgeführt worden sein.

Die mitgeteilten Befunde der Leertests und die Überlegungen zur Aufenthaltswahrscheinlichkeit der Tiere ließen es ratsam erscheinen, die zentrale Anordnung der Attrappe nicht beizubehalten. Zumindest deswegen, weil die experimentell erhaltenen höheren Abstandswerte sich nicht zwingend als Ausdruck einer Meidetendenz gegenüber der Attrappe interpretieren lassen. So große Werte können bei zentraler Anordnung schon als Folge einer Tendenz zum Aufenthalt an einer senkrechten Fläche oder einer Kante interpretiert werden.

Daher ordnete ich die Attrappe in der Nähe der Wand an (vgl. Abb.3). Bei dieser Anordnung können die Tiere sich gleichzeitig an der Wand und in der Nähe der Attrappe aufhalten. Die Tendenz sich an der Wand aufzuhalten, muß die Tiere nicht unbedingt weit von der Attrappe weg führen.

4.1.4. Dezentral angeordnete Attrappe

Bei den im Folgenden mitgeteilten Versuchen ist die Attrappe 10,0 cm vom räumlichen Mittelpunkt der Glasschale entfernt. Die Festlegung auf diesen Ort erfolgte aufgrund der Annahme, daß die Tiere sowohl eine Tendenz (Appetenz) zum Aufenthalt bei der Attrappe wie auch eine Tendenz zum Aufenthalt an der senkrechten Wand bzw. der Kante zwischen Bodenfläche

und Wand haben können. Damit diese Tendenzen von den Tieren nicht alternativ beantwortet werden müssen, brachte ich die Attrappe in die Nähe der Wand. Hier seien zunächst Vorversuche mit bzw. entsprechend der dezentralen Anordnung der Attrappe dargelegt.

Zunächst seien Resultate von Versuchen mit T.tholloni mitgeteilt. Zur Bestimmung der Aufenthaltsorte diente eine Schablone, die senkrecht und parallel zur Verbindungslinie zwischen Mittelpunkt der Bodenfläche und Punkt unter der Attrappenmitte Linien trug, die voneinander einen Abstand von 2 cm hatten. Als Ortsangabe notierte ich Zahlenpaare, die ich in Spiegelschrift in die Quadrate hineingeschrieben hatte. Nach diesen Ortsangaben fertigte ich die Bilder der Abb.4 an. Darin ist jeder protokollierte Aufenthalt als Punkt wiedergegeben. Die Punkte habe ich dadurch richtig gesetzt, daß ich die Punkte auf Transparentfolie setzte, unter der die Schablone lag.

Die Bilder lassen auf abnehmende Bindung schließen. Darüberhinaus vermitteln die Bilder einen Eindruck von der im einzelnen unterschiedlich ausgeprägten Tendenz zum Aufenthalt nahe der Wand. Etliche Bilder enthalten auch die Verbindungslinien zwischen den einzelnen Aufenthaltsorten. Die Linien entsprechen zwar nicht den von den Tieren geschwommenen Wegen; dennoch vermitteln sie einen Eindruck davon, wie die Tiere von einem Zeitpunkt zum anderen, also innerhalb von 5 Sekunden, ihren Aufenthaltsort wechseln können.

Unter Verwendung der beschriebenen Schablone mit konzentrischen Kreislinien a) um den Punkt unter der Attrappe herum, und b) mit Radiusdifferenzen von jeweils 2,5 cm wurde es möglich, anstelle der recht exakten aber rechnerisch unhandlichen Ortsangaben nunmehr Abstandsangaben zu erhalten. Die Tatsache, daß ich zehn Abstandsbereiche schuf und sie mit den Ziffern Null bis Neun bezeichnete, trägt einem Wunsch eines Mitarbeiters des Zentrums für Datenverarbeitung Rechnung. Er bat mich, die Abstandsangaben lochkartengerecht zu entwickeln. Wie weit die Größe der Bereiche dem Verhalten der Tilapien in Zeit und Raum adäquat Rechnung trägt, wird an anderer Stelle zu besprechen sein.

Bei 80 Spalten zu je 10 Plätzen auf einer Lochkarte bot es sich an, zunächst in einer zehnziffrigen Codenummer jedes Tier nach Artzugehörigkeit, Test- und Aufzuchtweise, Laich- und Schwimmalter sowie mit Individualnummer zu kennzeichnen. Bei verbleibenden 70 Spalten bot es sich an, die 60 Abstandswerte als einziffrige Angaben zu geben. So kam ich von der Anzahl der Plätze pro Spalte der Lochkarte zur Entscheidung für 10 Abstandsbereiche.

Verteilungen unter drei Annahmen und Leerversuche

Entsprechend dem auf Seite 21 ff dargelegten Gedankengang berechnete ich zu drei Hypothesen der Aufenthaltsverteilung die entsprechenden theoretischen Häufigkeitsverteilungen. Die Berechnungsgrundlagen sind auf S. 23 ff dargelegt. Die Prozentanteile der Bereiche sind in Abb.16 veranschaulicht. Die sich danach berechnenden Werte des sog. Abstands sind in Tab.2 enthalten. Der Häufigkeitsverteilung unter der Annahme einer Gleichverteilung an der Gesamtfläche seien experimentell erhaltene Verteilungen von sog. Abstandswerten von Leerversuchen gegenübergestellt (vgl. Abb.17).

Leerversuche führte ich bei Benutzung der Schablone entsprechend der dezentralen Anordnung der Attrappe mit allen drei Tilapia-Arten durch.

20 T.mariae ließ ich ohne Attrappe aufwachsen. Die Tiere setzte ich ab Schwimmbeginn (7.Tag nach Laichdatum) bis zum Alter von 15 Tagen jeden Tag einzeln in die Glasschale, in der sich keine Attrappe befand. Die sog. Abstandswerte der einzelnen Tiere haben Größen zwischen 2 und 9 Abstandseinheiten. Die aus den je 20 individuellen Abstandswerten berechneten Mediane sind in Tabelle 10 enthalten.

Entsprechend testete ich vom 6. bis zum 16.Tag junge T.tholloni. Die Ergebniswerte sind in Tab.11 enthalten.

Mit jungen T.nilotica führte ich zwei Versuchsreihen durch. Zum einen setzte ich vom 10. bis zum 15.Tag - bezogen auf das Laichdatum - je 10 Tiere einzeln in die Glasschale

hinein. Diese Tiere wuchsen ohne Attrappe auf, wurden aber täglich auch mit der Attrappe in der Glasschale getestet. Tiere aus dem gleichen Gelege wuchsen zu etwa 100 Stück ohne Attrappe auf, wurden mit Attrappe getestet und anschließend für einen Leerversuch bereitgehalten. Mit diesen Tieren führte ich auch Leerversuche durch. 10 dieser Tiere ließ ich täglich einzeln in der Glasschale schwimmen, in der sich keine Attrappe befand.

Die Ergebniswerte dieser zwei Versuchsreihen sind in den Tabellen 12a und 12b enthalten. Da sich die "Abstandswerte" an den einzelnen Tagen nur unwesentlich voneinander unterscheiden, wurden die beiden Reihen zusammengefaßt. Die Tagesmediane des Abstandes der vereinigten Versuchsreihe sind in Tabelle 12c enthalten.

Die Abb.18 enthält die Ergebniswerte des sog. Abstandes der Leerversuche. Die Gruppenmediane liegen zwischen den Werten von 4 bis 7 Abstandseinheiten. Der Wert entsprechend der Annahme einer Gleichverteilung an der Gesamtfläche wird über- und unterschritten. Zunehmende Größe der "Abstandswerte" mit dem Alter ist nicht zu erkennen. Da kein Wert größer als 7,0 Abstandseinheiten ist, scheint die Möglichkeit zu bestehen, daß bei vorhandener Meidetendenz gegenüber einer vorhandenen Attrappe entsprechend größere Werte erscheinen können.

In der Abb.17 ist den Anteilswerten der Bereiche, die unter der Annahme der Gleichverteilung an der Gesamtfläche berechnet wurden, eine typische empirische Verteilung aus den Leertests gegenübergestellt. Es ist gut zu erkennen, daß die experimentell erhaltene Verteilung der theoretischen Verteilung im wesentlichen entspricht.

Die Befunde von

1. Aufenthaltsorten der T.tholloni (Abb. 4)
2. Berechnungen theoretischer Verteilungen sowie
3. Ergebnisse der Leerversuche

ermutigten mich, die dezentrale Anordnung der Attrappe für weitere Versuche beizubehalten. Allerdings legen die Ergeb-

nisse der Leerversuche die Notwendigkeit nahe, die mit dezentral angeordneter Attrappe erhaltenen Abstandswerte mit den Durchschnittswerten zu vergleichen, die sich ohne Attrappe ergaben. Die Aussage, daß niedrige Abstandswerte auf Bindung, sowie daß hohe Abstandswerte auf eine Meidetendenz schließen lassen, muß jeweils durch Vergleich mit den Ergebnissen der Leerversuche erhärtet werden.

Ohne der Darlegung weiterer Ergebnisse vorgreifen zu wollen, sei hier mitgeteilt, daß die Abstandswerte, die bei dezentraler Anordnung der Attrappe erhalten werden, auf ein langsames Abklingen einer zunächst starken Bindungstendenz schließen lassen; die Abstandswerte vergrößern sich langsamer als bei der zentral angeordneten Attrappe. In Verbindung damit lassen sich auch Einflüsse der Aufzuchtweisen deutlicher erkennen.

Ob und wieweit aus großen Abstandswerten auf das Vorliegen einer Meidetendenz geschlossen werden kann, wird an gegebener Stelle zu diskutieren sein.

4.1.5. Bewegung der Attrappe

Die Attrappe wurde in der Mehrzahl der Versuche bewegt geboten. Die Darbietung bewegter Elternattrappen ist als durchaus übliche Methode bei Untersuchungen zum Bindungsverhalten junger Cichliden anzusehen. Übereinstimmend berichten mehrere Autoren, daß der Bewegung der Attrappe besondere Bedeutung zukomme. Junge Cichliden nähern sich vorzugsweise bewegten Attrappen. Nach Brestowsky (1968) reicht es aus, die vergleichsweise große Attraktivität bewegter Attrappen darauf zurückzuführen, daß bewegte Attrappen auffälliger sind als nicht bewegte.

Zur Frage, wie sich die Darbietung einer nicht bewegten Attrappe auf die Abstände auswirkt, führte ich entsprechende Versuche mit T.mariae, T.nilotica und T.tholloni durch: Tiere aller drei Arten wuchsen je als Gruppe in einem Aufzuchtgefäß heran, in das eine nicht bewegte Attrappe hineinhing. Täglich setzte ich die Tiere einzeln in die Glasschale,

in der die von oben hereinhängende Attrappe nicht bewegt wurde.

Die Anzahlen der von Tag zu Tag wiederholt getesteten Tiere enthält für die drei Arten die Tabelle 13.

Für die einzelnen Tage ergaben sich Durchschnittswerte des Abstandes, die in Tab.14 wiedergegeben sind. Die Abb.19 enthält diese Werte bei Altersbezug auf das Laichdatum und in Gegenüberstellung zu den Werten mit bewegter Attrappe aufgewachsenen und getesteten Tieren.

Die Gruppenmediane der individuellen Abstandswerte steigen in allen drei Arten mit dem zunehmenden Alter. Bei T.thollo-ni scheint der Anstieg der Werte zwischen dem 6. und 14. bzw. 16.Tag ab Laichdatum zu erfolgen. Die Abstandswerte schwanken aber von Tag zu Tag in der Größe, sodaß exakt altersbezogene Angaben zur Abschwächung der Bindungstendenz nur mit größtem Vorbehalt formuliert werden könnten. Jedoch ist die Tendenz - die Abstandswerte steigen mit dem Alter an - deutlich zu belegen.

Gegenüber den starken Schwankungen der Abstandswerte bei T.tholloni steigen die Werte bei T.mariae und T.nilotica gleichmäßig und übereinstimmend vom 10. bis zum 14.Tag ab Laichdatum an. Werden die Abstandswerte unter Bezug auf das Alter ab Schwimmbeginn verglichen, wird deutlich, daß zeitlich übereinstimmend die Werte der T.tholloni und T.nilotica vom Tag des Schwimmbeginns an bis etwa zum 5. bzw. 6.Tag ansteigen. Demgegenüber erfolgt der Anstieg der Werte bei T.mariae erst später: Vergleichsweise große Werte liegen erst ab dem 8.Tag vor.

Resultate von U-Tests zwischen den Abstandswerten der drei Arten enthält die Tabelle 15. Danach lassen sich Unterschiede der Werte von T.mariae zu Werten der anderen beiden Arten insbesondere an den Tagen 4, 5 und 6 sichern. Die Unterschiede zwischen den Abstandswerten der T.nilotica und T.tholloni lassen sich lediglich an den Tagen 1 und 2 sichern.

Um den Einfluß der Darbietungsweisen bezüglich der Bewegung der Attrappe einschätzen zu können, werden die eben bespro-

chenen Abstandswerte denen gegenübergestellt, die sich nach Aufzucht und Test mit bewegter Attrappe ergaben. Die ausführliche Besprechung dieser zuletzt genannten Ergebnisse erfolgt an anderer Stelle. Die Gegenüberstellung führt zu folgender Einschätzung:

Bei den Substratbrütern T.mariae und T.tholloni lassen die Abbildungen der Abstandsmediane nur geringe Unterschiede zwischen den Testreihen erkennen. Es scheint, als habe die Bewegung der Attrappe kaum einen beachtlichen Einfluß auf Abstände, die die jungen Substratbrüter gegenüber einer Attrappe einnehmen. Allerdings ergeben sich aus den tageweis gerechneten U-Tests doch Resultate (vgl. Tabelle 16), die teils signifikant sind: Die Abstände der mit stehender Attrappe aufgewachsenen und getesteten Tiere sind fast stets größer als die Werte der mit bewegter Attrappe aufgewachsenen und getesteten Tiere. Bei T.nilotica sind die Unterschiede in gleicher Weise nur viel stärker ausgeprägt zu erkennen.

Aus den mitgeteilten Ergebnissen läßt sich die Annahme stützen, daß die Bewegung der Attrappe einen stärker zur Ausprägung von Bindungstendenzen führenden Einfluß hat als eine stehende Attrappe.

Da die Unterschiede bei der Art T.nilotica so auffällig sind, bietet es sich an, experimentell zu prüfen, ob die in den Tests erhaltenen Unterschiede primär auf die Bewegung der Attrappe bei der Aufzucht oder auf die Bewegung der Attrappe beim Test zurückgeführt werden können. Daher führte ich mit T.nilotica Versuche durch, bei denen ich die Attrappe a) bei Aufzucht bewegt und im Test stehend, sowie b) bei Aufzucht stehend und im Test bewegt bot (vgl. Tab.17a). Die Resultate dieser Versuchsreihen sind in der Abb.20 enthalten. Die Abstandsmediane der unter a) aufgewachsenen und getesteten Tiere sind an den Tagen 11 und 12 deutlich grösser und an den Tagen 16 und 18 geringfügig aber signifikant kleiner als die Werte der mit Reihe b) bezeichneten Kombination (vgl. Tab.17b).

Die Ergebnisse der 4 mit T.nilotica durchgeführten Versuchsreihen zur Frage nach dem Einfluß der Attrappenbewegung führten zu der Aussage, daß stärkste Bindung über längere Zeit nur dann im Test zu beobachten ist, wenn T.nilotica mit bewegter Attrappe aufwachsen und getestet werden. Jede andere Kombination führt nicht zu einer gleich starken Bindung an die Attrappe.

Um zu erfahren, wie sich die unterschiedliche Darbietung der Attrappe im Test - bewegt oder stehend - auf die ohne Attrappe aufgewachsenen T.nilotica auswirkt, führte ich eine Versuchsreihe durch, bei denen die Tiere ohne Attrappe aufwuchsen und täglich an stehender Attrappe getestet wurden. Versuchsplan siehe Tabelle 18.

Die Abstandswerte dieser Versuchsreihe sind in der Abbildung 21a den Abstandswerten von gleichfalls ohne Attrappe aufgewachsenen aber an bewegter Attrappe getesteten T.nilotica gegenübergestellt. Es ist deutlich zu erkennen, daß die an stehender Attrappe getesteten Tiere an allen Tagen mit Ausnahme des 12.Tages ab Laichdatum niedrigere Abstandswerte ergaben. Nach den in Tabelle 19a enthaltenen Ergebnissen der U-Tests sind die Unterschiede bis auf die Ausnahme am 12.Tag signifikant. Wachsen also T.nilotica ohne Attrappe auf, so ist der Abstand zur Attrappe im Test größer, wenn die Attrappe bewegt wird; der Abstand ist kleiner, wenn die Attrappe steht. Die Bewegung scheint bei dieser Konstellation also für die größeren Abstandswerte maßgeblich zu sein.

Eine Gegenüberstellung der Abstandswerte der ohne Attrappe aufgewachsenen und mit stehender Attrappe getesteten T.nilotica zu den schon aus Abbildung 19b bekannten Abstandswerten der mit stehender Attrappe aufgewachsenen und mit stehender Attrappe getesteten T.nilotica enthält die Abbildung 21b. Sie läßt erkennen, daß - bei der gleichartigen Darbietung der stehenden Attrappe im Test - beachtliche Unterschiede entsprechend der verschiedenen Aufzuchtweisen bestehen: Die mit stehender Attrappe aufgewachsenen T.nilotica sind der Attrappe doch näher als die ohne Attrappe aufgewachsenen. Die Unterschiede der Abstandswerte sind an

den Tagen 10 bis 13 und 16 signifikant (vgl. Tab.19b) und zeigen, daß die T.nilotica auf die unterschiedlichen Aufzuchtbedingungen recht empfindlich reagieren.

Der Vergleich der Abstandswerte, die von Tieren aller drei Arten bei Aufzucht und Test an bewegter Attrappe erhalten wurden mit denen, die sich nach Aufzucht und Test an stehender Attrappe ergaben, macht deutlich, daß die Attrappe, wenn sie bewegt wird, bindungsfördernd zu wirken scheint. Daher wurde die bewegte Attrappe bei Aufzucht- und Testweisen in der Regel beibehalten, auf Ausnahmen (Kap.4.2.2.2.) wird ausdrücklich hingewiesen.

4.1.6. Zum Einfluß der Linien

In vielen Versuchen lag unter der Glasschale eine Schablone, auf der zur Erleichterung der Abstandsschätzung Kreislinien aufgetragen waren. Diese Linien waren mit hartem Bleistift gezogen und etwa 1/10 mm breit. Sie waren also nicht besonders auffällig. Es stellt sich die Frage, ob die Fische sich an diesen Linien orientiert haben, und ob diese Linien das Abstandsverhalten mit bestimmt haben.

Zur Überprüfung dieser Fragen führte ich mit T.mariae folgende Versuche durch. Ohne Attrappe ließ ich 15 T.mariae aufwachsen. Je 10 dieser Tiere testete ich einzeln wiederholt (vgl. Tab.20):

1. in der Glasschale, unter der eine unlinierte Schablone lag. Die Schale mit Attrappe und Tier photographierte ich im Abstand von 10 sec und ermittelte die Abstände durch Projektion der Aufnahmen auf eine entsprechende Schablone; ich wertete von 7 Tagen je 30 Aufnahmen mit je 10 Tieren aus.

2. in der Glasschale, unter die ich eine Schablone legte, die ca. 1 mm breite, tiefschwarze Linien waagerecht trug. Die Linien liefen parallel zur Verbindungslinie, die den Mittelpunkt der Schale mit dem Punkt unter der Attrappe verbindet. Senkrecht zu diesen dicken Linien liefen dünne, so daß die Fläche in Quadrate von 30 mm Kantenlänge unterteilt war.

3. wie unter 2.: Linien ca. 1 mm breit, tiefschwarz, jedoch senkrecht zur genannten Verbindungslinie.

Die anderen 5 Tiere setzte ich täglich einzeln in die Glasschale und beobachtete ihr Verhalten unter der Frage, wie sich die Tiere bewegen, wenn a) keine Linien, oder b) vertikale, oder c) horizontale Linien auf der Schablone zu sehen sind. Die Beobachtungen ergaben keine Hinweise darauf, daß die Tiere sich an den Linien orientieren: Sie schwammen, ruhten, wendeten und beschrieben gebogene Linien, anhand derer sich keine Hinweise für Orientierung an den Linien ergaben.

In der Abb.22 sind Aufenthaltsverteilungen wiedergegeben. Die Abbildungen enthalten - Bild b bis c - Häufigkeiten, die sich von 10 Tage alten T.mariae über der Schablone mit senkrechten Linien ergeben haben. In den Einzelbildern b sind Verteilungen von je einem Tier enthalten. Die Abb.22c enthält summierte Häufigkeitswerte von 10 einzeln nacheinander getesteten Tieren.

Die Abbildungen 22d bis e stammen von 11 Tage alten Tieren, die über der Schablone mit waagerechten Linien getestet wurden. In d sind Häufigkeiten einzelner Tiere, in e die summierten Häufigkeitswerte von 10 je einzeln getesteten Tieren enthalten.

Die Aufenthaltshäufigkeiten lassen nicht erkennen, daß die Tiere durch unterschiedliche Richtung der Linien zu unterschiedlichem Aufenthalt veranlaßt wären. Die insbesondere zwischen den Verteilungen in den Bildern c und e vorhandenen Unterschiede lassen sich als Ausdruck von Unterschieden in der Bindung zur Attrappe ansehen, die aber nicht durch die Linien hervorgerufen wurden.

Diese Auffassung wird gestützt durch die Betrachtung der Abstandsmediane. Die Abb.23 enthält die Mediane der mit den erwähnten drei Schablonen getesteten Tiere in Gegenüberstellung zu Abstandswerten, die ich beim Test von anderen T.mariae - aufgewachsen ebenfalls ohne Attrappe, getestet mit Kreisbogenschablone bei dezentraler Anordnung der Attrap-

pe - erhalten hatte. Die Mediane der beiden Versuchsreihen sind an jedem Tag fast gleich groß. Insbesondere erfolgt der Übergang von starker Bindung zu schwächerer Bindung bei den Tieren beider Versuchsreihen gleichzeitig.

Entsprechende Resultate lieferten auch die U-Tests: An keinem der Versuchstage unterscheiden sich die Abstandswerte der beiden in Abb.23 dargelegten Versuchsreihen (vgl. Tabelle 21).

Nach diesen Ergebnissen ist nicht anzunehmen, daß T.mariae sich an Linien orientieren, die sich unter dem gläsernen Boden des Schwimmgefäßes befinden. Der Vergleich der Abstandswerte spricht - wie auch Verhaltensbeobachtungen - gegen eine entsprechende Hypothese.

4.1.7. Test von Gruppen

Die Gelege von Tilapien bestehen aus etlichen hundert Eiern. Dementsprechend wachsen junge Tilapien unter natürlichen Bedingungen in Gruppen auf, die sehr viele Tiere umfassen. Wenn die meisten Versuche zum Abstandsverhalten mit einzelnen Tieren durchgeführt wurden, so aus der Absicht heraus, das Verhalten einzeln einer Elternattrappe ausgesetzter Tiere zu erfassen. Dambach (1963) hat Untersuchungen an eltern- und attrappenlosen Jungfischgruppen durchgeführt. Brestowsky (1968) berichtet über Versuche mit Jungfischgruppen an Attrappen.

Zur Frage nach Einflüssen von Aufzuchtweisen auf die Abstände von Jungfisch-Gruppen führte ich Versuche mit T.mariae durch (vgl. Tabelle 22).

Aus einem Gelege ließ ich 20 Tiere mit Attrappe und 20 andere ohne Attrappe aufwachsen. Die beiden Gruppen setzte ich vom 8. bis zum 20.Tag je einmal in die Testschale mit dezentral angeordneter Attrappe. Innerhalb einer Beobachtungszeit von 5 Minuten fotografierte ich (Öffnungszeit t = 1/125 sec, Blende 4) im zeitlichen Abstand von 10 Sekunden pro Tag und Gruppe 30 Aufnahmen. Da in den Negativen die konzentrischen Abstandslinien nicht hinreichend deutlich zu erkennen

waren, projizierte ich die Negative auf eine entsprechende Schablone und zählte für jede Aufnahme aus, wie viele Tiere sich in den einzelnen Abstandsbereichen aufgehalten hatten. Pro Tag und Gruppe erhielt ich 30 Häufigkeitsverteilungen, die zu je 30 Zeitpunktsmedianen und zum Gruppenmedian des Tages zusammengefaßt wurden. Da sich anhand der Aufnahmen nicht nur Aussagen über die Abstände ergeben, seien einige Aufenthaltsbilder der Gruppen dargelegt (siehe Abb.24 und 25). Anhand der Bilder können Aussagen über den Ort und die Ausdehnung der Gruppe wie auch über die Beziehung der Tiere zum Rand der Glasschale formuliert werden. Da die Bilder einerseits nach dem Alter und andererseits entsprechend der zeitlichen Reihenfolge in den 5 Testminuten dargelegt sind, lassen sich die Orts-, Größen- und Verteilungsangaben in doppeltem Zeitbezug betrachten.

1. Die Größe der Fläche, über der die Tiere sich aufhalten, vermittelt einen Eindruck von dem Abstand, den die Tiere zueinander haben. Die Größe dieser Fläche nimmt sowohl innerhalb der Testzeit als auch mit dem ansteigenden Alter zu. Es scheint, daß die Tiere sich um so weiter voneinander entfernen, je länger sie sich in der Testschale befinden. Das Gleiche scheint für das Alter zuzutreffen. Allerdings ist bei diesen Aufnahmen die räumliche Vertikale nicht erfaßt, daher können die Aussagen über die Ausdehnung der Gruppe nur mit Vorbehalt formuliert werden.

2. Die Gruppen halten sich nicht direkt bei der Attrappe auf. Der Abstand, den die Gruppe zur Attrappe einhält, ist in den Tagen 8. bis 11.Tag nach Laichdatum überraschend groß: Die Beobachtung einzeln zur Attrappe gesetzter Tiere ließ gerade an den ersten Tagen nach Schwimmbeginn hohe Aufenthaltshäufigkeiten direkt bei der Attrappe erkennen. Die Abbildungen lassen erkennen, daß die räumlichen Abstände zwischen Gruppe und Attrappe sowohl innerhalb der Versuchszeit wie auch mit dem Alter der Tiere größer werden.

3. Die Häufigkeit, mit der sich jüngere als Gruppe getestete Tiere nahe der Wand aufhalten, ist wesentlich geringer als bei Tieren, die einzeln der Attrappe ausgesetzt

sind. Es scheint, daß die Gruppe jüngerer Tiere die Nähe der Wand nicht aktiv aufsucht. Hier besteht ein beachtlicher Unterschied zu den einzeln getesteten Tieren. Die Bilder der Abbildung 25 vermitteln den Eindruck, daß die als Gruppe eingesetzten Tiere mit zunehmendem Alter häufiger an der Wand stehen als jüngere Tiere.

Die vergleichende Betrachtung der Foto-Negative ergibt keine auffälligen Unterschiede in der Größe des Abstandes, den die mit Attrappe aufgewachsenen Tiere bzw. die ohne Attrappe herangewachsenen Tiere gegenüber der Attrappe in der Testschale einnehmen.

Dieser Eindruck findet eine gewisse Bestätigung durch die in der Abb.26 graphisch dargestellten Abstandswerte an den einzelnen Tagen.

Die Abstandswerte steigen mit dem Alter an. Der Anstieg erfolgt bei den mit Attrappe aufgewachsenen Tieren relativ gleichmäßig zwischen den Tagen 8 (Abstand ca. 3 Einheiten) bis 15 (Abstand ca. 7 Einheiten). Bei den ohne Attrappe aufgewachsenen Tieren beginnt der Anstieg der Abstandswerte erst am 11.Tag und ist schon am 14.Tag beendet. Die Unterschiede zwischen den Größen der Abstandswerte der beiden Versuchsreihen sind gering und lassen daher Einflüsse der Aufzuchtweisen kaum erkennen.

Werden die Ergebnisse der als Gruppe getesteten Tiere denen von einzeln getesteten Tieren gegenübergestellt, lassen sich Unterschiede erkennen (vgl. Abb.27).

In Abb.27a sind die Werte der mit Attrappe aufgewachsenen T.mariae entsprechend dem Test von Tiergruppe bzw. Einzeltieren wiedergegeben. Es zeigt sich, daß an allen Tagen die einzeln getesteten Tiere der Attrappe näher waren als die Gruppe.

Die Abb.27b gibt die Abstandswerte der ohne Attrappe aufgewachsenen Tiere wieder. Die einzeln in die Glasschale eingebrachten Tiere waren der Attrappe in den ersten Tagen (Alter: 8 bis 11 Tage ab Laichdatum) auffällig näher als die Gruppe. Die Abstandswerte der älteren Tiere (14. und

16. bis 20.Tag nach Laichdatum) unterscheiden sich nicht wesentlich voneinander.

Die Frage, warum die Abstandswerte der als Gruppen getesteten T.mariae keine beachtlichen Unterschiede aufweisen, die auf die Einflüsse der Aufzuchtweisen mit bzw. ohne Attrappe zurückgeführt werden könnten, führt zunächst zu der Frage nach den Bedingungen, die innerhalb einer Tilapia-Jungfischgruppe gegeben sind. Zu dieser Frage haben sich etliche Autoren geäußert (Dambach 1963, Brestowsky 1968 u.a.).

Hier sei ergänzend mitgeteilt, daß eine Jungfischgruppe, die sich nicht bei der Attrappe befindet, für einen Jungfisch attraktiver sein kann als die Attrappe: Wenn ich die 20 T.mariae in die Schale einbrachte, schlossen sich insbesondere die jüngeren Tiere sofort zu einer Gruppe auf engem Raum zusammen. Hin und wieder kam es aber vor, daß ein Tier sich allein bei der Attrappe einfand. Solch ein allein bei der Attrappe befindliches Tier schloß sich aber stets bald der Gruppe an. Sei es, daß es sich an der Wand der Schale fortbewegte und - so schien es - zufällig zur Gruppe stieß; sei es, daß es in mehr oder weniger gerader Schwimmbahn zur Gruppe hin schwamm. Stets blieb ein solches Tier dann in der Gruppe. Eine Gruppe von 19 T.mariae scheint also für ein einzelnes Tier attraktiver zu sein, als die schwarze bewegte Attrappenkugel.

Manchmal war auch zu sehen, daß Tiere; die sich beim Eingießen in die Testschale annähernd gleichmäßig verteilt hatten, zunächst je einzeln zur Attrappe hin schwammen; dort sammelten sich die eintreffenden Tiere, sie bildeten eine Gruppe; die Gruppe entfernte sich etwa 10 cm weit von der Attrappe, wenn sie etwa 15 Tiere umfaßte.

Ob sich aus diesen fast zufälligen Beobachtungen generalisierbare Aussagen ableiten lassen, erscheint mir fraglich. Zumindest aber könnten sie zu Versuchen anregen. Es wäre etwa denkbar, Wahlversuche durchzuführen, bei denen ein Jungfisch zwischen Attrappe und Jungfischgruppe zu wählen hätte.

4.1.8. Auffällige Verhaltensweisen

Vor der Darlegung der Befunde von Versuchen, die zur Bestimmung des Abstandes in Abhängigkeit von den Aufzuchtweisen 1. mit, 2. ohne, sowie 3. mit sichtbarer Attrappe durchgeführt wurden, seien hier Beobachtungen mitgeteilt, die sich zum Teil auf besondere und recht auffällige Elemente des Verhaltens beziehen. Die hier mitgeteilten Befunde beeinflussen allerdings in schwer zu quantifizierender Weise auch die Abstände.

Die Mitteilungen beziehen sich auf:

1. Die Aufenthaltshäufigkeit an und in der Nähe der Wand.
2. Das zeitweilige Verweilen am Ort, als "Ruhen" bezeichnet.
3. Verhaltensweisen, die deutlich Bezug zur Attrappe erkennen lassen, z.B. "Reiten" und "Ausflüge".
4. Die Färbung der getesteten Tiere.
5. Abstände im Laufe der Testdauer von 5 Minuten.
6. Reaktion auf Strömung.
7. Sehr schnelles Schwimmen ("Herumrasen").

1) Aufenthalt an und bei der Wand

In etlichen Versuchsreihen protokollierte ich zu den Angaben des Abstandes auch, ob sich das jeweils getestete Tier an der Wand, in ihrer Nähe oder weiter weg von der Wand aufhielt. Als Nähe zur Wand gilt ein Abstand kleiner und gleich etwa 3 cm. Beim Test in der eckigen Glasschale hatte sich ergeben, daß die Aufenthaltsorte bevorzugt in den Ecken und an den Seitenwänden der Glasschale registriert werden konnten (vgl. Abb.8).

Bei zentral angeordneter Attrappe in der runden Glasschale ergibt sich die Häufigkeit des Aufenthaltes nahe der Wand aus der Summation der Aufenthaltswerte der Bereiche 8 und 9. Die Grenzlinie zwischen den Bereichen 7 und 8 ist 2,7 cm von der Wand entfernt.

Bei dezentral angeordneter Attrappe diente eine Linie, die bei manchen Versuchen in 3,0 cm Abstand zur Wand auf der Schablone aufgetragen war, zur Bestimmung von Aufenthalten nahe der Wand.

In der Abbildung 28 sind die Häufigkeiten wiedergegeben, mit denen sich T.tholloni nicht an der Wand sondern im mittleren Bereich der Versuchsschale - also mindestens 3 cm von der Wand entfernt - aufgehalten haben. Aus allen pro Tag registrierten Abstandswerten wurden diejenigen summiert, bei denen sich das Tier nicht bei der Wand aufgehalten hatte. Diese Anzahl wurde als Prozentzahl der täglich protokollierten Werte ausgerechnet und dargestellt.

Anhand der Teilbilder lassen sich folgende Aussagen formulieren: Die Häufigkeiten, mit denen sich die Tiere in dem Bereich "Mitte" aufgehalten haben, nehmen mit ansteigendem Alter ab. Wie die Teilbilder a, b und d nahelegen, mag dies unter Umständen eine Reaktion sein, die mit dem Verhalten zur anwesenden Attrappe zusammenhängt. Das Teilbild c wurde aber von Tieren erhalten, die ohne Attrappe aufgewachsen und ohne Attrappe getestet wurden. Auch hier scheint erkennbar zu sein, daß ältere Tiere weniger häufig in der Mitte waren als jüngere Tiere.

Die vergleichsweise geringen Werte des Aufenthalts in der Mitte, die die älteren Tiere ergaben, scheinen einen Hinweis auf die wachsende Grenzflächenappetenz zu geben. Wenn auch nicht registriert werden konnte, wie dicht die in der Mitte gesehenen Tiere von der Grenzfläche Boden entfernt waren, so scheint doch die senkrechte Wand der Glasschale oder die Kante zwischen Boden- und Wandfläche für ältere Tiere attraktiver zu sein als für jüngere Tiere.

2) Ruhen und Liegen

Auffällig war, daß sich die Versuchstiere manchmal kaum vom Ort bewegten. Sie verharrten dann ohne deutlich erkennbare Bewegungen. Beim Betrachten der Aufenthaltsorte über den Spiegel aus einer Entfernung von mehr als 1,00 Meter waren keine Bewegungen zu erkennen. Betrachtete ich aber ruhende Tiere aus etwa 20 cm Entfernung, war zu erkennen, daß die Brustflossen der Tiere sich bewegten. Die Tiere waren beim Ruhen also nicht völlig ohne Bewegungen.

Beim Beobachten habe ich als Ruhen protokolliert, wenn sich Tiere für mindestens 15 Sekunden - also nach drei Zeitsignalan - am Ort aufhielten. Dabei trat folgende Problematik der Abgrenzung auf. Es kam vor, daß Tiere sich für längere Zeit ohne erkennbare Bewegung still am Ort verhielten. Manche gerieten aber doch äußerst langsam von dem Ort weg, wo sie zu "ruhen" begannen. Dieser Ortswechsel könnte entweder auf langsame Bewegung des Wassers zurückzuführen sein. Oder - und das kann nur angenommen werden - die Tiere haben sich aufgrund der beim Ruhen doch beobachtbaren Bewegungen der Brustflossen so langsam vom Ort bewegt.

Die hier als Ruhen bezeichnete Auffälligkeit ist dadurch gekennzeichnet, daß die Tiere sich während des Ruhens im Wasser in "normaler" Schwimmhaltung hielten. Die Körperlängsachse war annähernd waagerecht, die Rückenseite war oben. Ihre Orientierung im Raum war also beim Ruhen nicht gestört.

Dies scheint aber der Fall gewesen zu sein, wenn die Tiere - wie ich es nannte - umkippten: Es kam vor, daß Tiere teils nach dem Einsetzen in die Testschale, teils nach äußerst schnellem Schwimmen ("Rasen", vgl. S.91) am Ort verweilten und umkippten. Danach lagen sie am Boden auf der Seite. Bewegungen der Brustflossen waren auch beim Betrachten aus einer Entfernung von 15 cm nicht zu erkennen. Das Ende des Auf-der-Seite-Liegens erfolgte meist so, daß das Tier sich zur normalen Haltung wie beim Schwimmen aufrichtete, für etwa 10 bis 15 Sekunden am Ort verweilte und dann zu schwimmen begann. Die Schwimmbewegungen nach dem Auf-der-Seite-Liegen unterschieden sich nicht auffällig von den Bewegungen anderer Tiere. Ob sich aber als Nachwirkungen des Ruhens und auch des Auf-der-Seite-Liegens Aktivitätsänderungen ergeben haben, kann ich nicht beurteilen. Es wäre angebracht, dieser Frage durch Aktivitätsbestimmungen nachzugehen. Die Häufigkeit des Auf-der-Seite-Liegens ist insgesamt so gering, daß es nicht sinnvoll ist, solche Häufigkeiten als Prozentwerte darzustellen. Die im folgenden dargestellten Häufigkeitsangaben des Ruhens schließen aber die Fälle des Liegens mit ein.

Die Abb.29 enthält die Angaben, wie häufig Tiere einzelner Versuchsreihen ruhten. Bei den Prozentwerten sind die beobachteten Häufigkeiten als Prozentwerte aller in der Tagesgruppe protokollierter Abstandsereignisse dargestellt. Für einzelne Tiere ergaben sich Prozentwerte von 0 bis 100%.

Die Resultate lasse keine klare, eindeutige Beziehung zwischen den Häufigkeitswerten des Stehens und anderen Faktoren wie Aufzucht- und Testweise und Alter der Tiere bei den Tests erkennen.

Dagegen scheint folgender Zusammenhang zu bestehen: Die Tiere wurden täglich mit Artemia-Nauplien gefüttert. Bei dreimaliger Fütterung pro Tag (etwa 8^{00} Uhr, etwa 13^{00} Uhr und etwa 18^{00} Uhr) war die Menge der gebotenen bzw. der von den Tieren gefressenen Artemien nicht immer gleich bzw. nicht streng auf das Alter und die Anzahl der zu fütternden Tiere bezogen. Demzufolge bekamen die Tiere unterschiedliche Futtermengen. Insbesondere nach überreichlicher Fütterung älterer Tiere war zu erkennen, daß die Bäuche der Tiere fast kugelförmig ausgerundet waren. Da die Annahme gemacht werden kann, daß mit überreichlicher Futtermenge auch der Kreislauf der Tiere belastet ist, wäre durch Aktivitätsbestimmungen in Kombination mit quantifizierter Verabreichung von Futter zu überprüfen, ob die Überfütterung die Tendenz zum Ruhen und auch zum Auf-der-Seite-Liegen begünstigt.

3) "Reiten" und "Ausflüge"

Es folgen einige Mitteilungen zu Beobachtungen, die erkennen lassen, daß Tiere in besonderer Beziehung zur Attrappe stehen:

a) Reiten und unter der Attrappe verweilen

Insbesondere jüngere T.mariae sah ich teils über Zeitspannen von Minuten direkt über der Attrappe schwimmen. Dann hält sich ein Tier so dicht oberhalb der Attrappe auf, daß es - wenn die Attrappe bewegt wird - am Bauch von der Attrappe berührt wird. Andere Tiere - insbesondere jüngere T.nilotica - halten sich dagegen eher und häufig unter der Attrappe

auf. Ob sie dabei von der Attrappe berührt werden, konnte ich in meiner Testanordnung wegen der Beobachtung von oben nicht erkennen.

Derartige Beobachtungen waren nur an einzeln getesteten Tieren möglich. Die Tiere der Gruppen-Tests sah ich nicht so nahe bei der Attrappe verweilen. Diese Verhaltensweisen scheinen darauf hin zu deuten, daß die Tiere, wenn sie einzeln bei einer Attrappe sind, gegenüber dieser sich verhalten, als würden Appetenzen, die auf das Verhalten in der Jungfischgruppe hin angelegt sind, durch die Attrappe aktiviert.

b) "Ausflüge"

Bei etlichen Tieren sah ich folgende Bewegungen: Das Tier hält sich unter der Attrappe auf, dann schwimmt es gradlinig von der Attrappe weg, beschreibt in etwa 10 bis 15 cm Abstand einen halbkreisförmigen Schwimmweg, richtet sich zur Attrappe aus und schwimmt wieder zur Attrappe hin. Derartige Schwimmbahnen waren wiederholt zu erkennen. Sie seien hier mit dem Stichwort "Ausflüge" bezeichnet. Die zeitliche Dauer dieser Wege ist mit ein bis zwei Sekunden anzugeben. Derartige Ausflüge sah ich insbesondere bei T.mariae, die 10 Tage alt, in der Gruppe aufgewachsen und mit Attrappe getestet wurden. Es scheint, als liege diesen Bewegungen eine Neugierappetenz zugrunde. Möglicherweise ist sie auf Anschluß an eine Jungfischgruppe hin angelegt (vgl. S. 82).

4) Färbung der Tiere

Die in der Glasschale getesteten Tiere waren unterschiedlich hell gefärbt. Abgesehen davon, daß die Tiere im Alter von etwa 15 Tagen ab Laichdatum den "Tilapia-Fleck", einen schwarzen Fleck im letzten Drittel der Rückenflosse, zeigten, war auffällig, daß manche Tiere nach dem Einsetzen in die Glasschale zunächst recht dunkel gefärbt waren. Diese dunkle Färbung hellte sich meist im Laufe der 5 Testminuten auf. Etliche Tiere blieben aber vom Anfang bis zum Ende des 5-minütigen Tests fast schwarz; andere wieder waren und blieben recht hell.

Besonders auffällig war, daß die Tiere, die sich in der Testschale auf die Seite legten, sehr hell waren. Diese Unterschiede in der Helligkeit der Tiere deuten eventuell darauf hin, daß Hormone als Reaktion auf das Herausfangen mit Netz und/oder Pipette in den Kreislauf der Tiere abgegeben worden sind, die solche Färbungen hervorrufen. Leider war es mir nicht möglich, der Frage nach der Färbung der Tiere experimentell nachzugehen.

5) Entwicklung der Abstände in der Testzeit

Die Aufenthaltsorte, an denen sich die Tiere zu bestimmten Zeitpunkten aufgehalten haben, habe ich in einem zeitlichen Abstand von 5 Sekunden protokolliert. Innerhalb der Testdauer von 5 Minuten erhielt ich also 60 Orts- bzw. Abstandsangaben. Die Abbildungen 4a bis d geben einen Eindruck davon, daß die Tiere ihren Aufenthaltsort in der Zeit von 5 Minuten häufig ändern, soweit sie nicht ruhen. Es fragt sich aber, ob die Abstände innerhalb der Testzeit eine Tendenz zur Vergrößerung oder Verkleinerung erkennen lassen (ob also die Werte, die innerhalb der Testzeit protokolliert wurden, ein brauchbares Maß für die Bindungsintensität sein können).

Die Abb.5 enthält Abstandswerte einzelner Tiere. Danach hat es den Anschein, daß die Abstandswerte zu den einzelnen Zeitpunkten sehr unterschiedlich groß sein können; gleichzeitig ergibt sich auch der Eindruck, daß über die 60 Zeitpunkte hin keine starke Tendenz zu Vergrößerung oder Verringerung der Abstände zu erkennen ist.

Sollen Durchschnittswerte des Abstandes mehrerer Tiere zu den einzelnen Zeitpunkten in Beziehung gebracht werden, bietet es sich an, beim Test von Einzeltieren die (vgl. S. 35) $\bar{X}_i$-Werte, d.h. die Durchschnittswerte zu einzelnen Zeitpunkten anzusehen. Derartige Werte sind in Bezug zu den Zeitpunkten in der Abb.30a dargestellt. In der Abb.30b sind die auf die 30 Zeitpunkte bezogenen Abstandswerte von in Gruppen getesteten Tieren angegeben. Der Verlauf der Kurven in den Abb.30a und 30b spricht dafür, daß die Abstände innerhalb der Testzeit von 5 Minuten keine besonderen Unterschiede aufweisen.

Mit Hilfe des Rangkorrelationskoeffizienten r_s war es möglich, die Rangkorrelation zwischen den Abstandswerten und den Zeitpunkten für einzeln getestete Tiere zu berechnen. Diese Koeffizienten wurden für Tiere der noch nicht erwähnten Versuche berechnet. Anhand der Größe dieser Koeffizienten kann die Aussage formuliert werden, daß - von Ausnahmen abgesehen - die Abstände in der Testzeit keinen signifikanten Trend zu Vergrößerung oder Verringerung aufweisen.

Damit scheint die Annahme berechtigt, daß die Testzeit von 5 Minuten ausgereicht habe, das Abstandsverhalten hinreichend zu erfassen.

6) Reaktion auf Strömung und Druckschwankungen

Im Verlauf der Versuche habe ich wiederholt beobachten können, daß junge Tilapien auf die Strömung des Wassers ansprechen. Bei den Versuchen mußte ich die Tiere nach Ende der Tests wieder aus der Testschale herausfangen. Das geschah - soweit es sich um jüngere Tiere handelte - allein mit Hilfe der Fangpipette. Ältere wurden mit Netz und Pipette gefangen. Dabei bemühte ich mich, das Tier mit Wasser in die kugelförmige Erweiterung im unteren Teil der Pipette hineinzusaugen.

Dabei beobachtete ich folgendes:

- Tiere, die ich schon in die Kugel hineingesaugt hatte, wendeten innerhalb der Kugel und schwammen entgegen dem noch einströmenden Wasser aus der Öffnung der Pipette heraus.

- Wenn das Wasser in der Testschale durch wiederholte Bemühungen, einen Fisch mit dem Netz zu fangen, zu kreisen begann, stellte sich ein Fisch meist gegen die Strömung, um sich auch entgegen der Strömung fortzubewegen.

- Dadurch, daß ich Wasser rhythmisch in die Pipette hinein sog und es wieder herausdrückte, erzeugte ich eine Strömung, die von der Pipette ausging. Wiederholt kam es vor, daß ein Jungfisch dieser Strömung entgegen schwamm und dabei in die Öffnung der Pipette hineingeriet.

Diese kursorischen Beobachtungen scheinen dafür zu sprechen, daß die Tiere auf strömendes Wasser positiv rheotaktisch reagieren. Durch gezielte Versuche - etwa eine Attrappe, aus der Wasser ausströmt - wäre es möglich, herauszufinden, ob diese Rheotaxis im Bindungsverhalten als konstituierendes Element anzusehen ist. Folgende Beobachtung legt eine solche Annahme nahe: Ein T.mariae-Weibchen fächelt mit den Brustflossen Wasser zu seinen Jungen hin, die in der Grube wriggelnd schwimmen. Etliche Jungfische schwimmen so, daß sie zum Weibchen hin ausgerichtet sind. Es kann angenommen werden, daß diese Jungfische dabei optische Reize, die vom Körper der Mutter ausgehen, aufgenommen haben.

Ob und wie weit die Fähigkeit zur rheotaktischen Reaktion aber zur Entstehung des Bindungsverhaltens beiträgt, müßte noch untersucht werden.

Das Gleiche gilt für die meines Erachtens nach beobachtbare Reaktionsfähigkeit gegenüber Schwankungen des Wasserdrucks: Wie berichtet, wuchsen die Tiere in Vollglasbecken auf. Die Tiere in den Aufzuchtbecken, in denen sich keine Attrappe befand, schienen etwa einen Tag später mit dem Schwimmen zu beginnen als die, die mit einer Attrappe aufwuchsen. Diese Aussage könnte nahelegen, daß die Tiere optisch - d.h. durch die gesehene Bewegung der Attrappe - zum Schwimmen angeregt worden seien, würde aber nicht den Einfluß wahrgenommener Schwankungen des Wasserdrucks ausschließen. Aus einer weiteren Beobachtung, die ich dann machen konnte, wenn ich zu Reinigungszwecken das über die Wasserheber in die Aufzuchtgefäße einströmende Wasser abgestellt hatte, ergibt sich ein Hinweis auf die aktivitätssteigernde Wirkung von Druckunterschieden bzw. Strömungsreizen: Kurz vor Beginn der Schwimmfähigkeit schwammen T.mariae, die mit sichtbarer Attrappe aufwuchsen, nur so lange - meist auf die neben ihren Schwimmgefäß bewegt angebrachte Attrappe hin orientiert - wie Wasser in ihr Aufzuchtgefäß einströmte. Endete das rhythmische Einströmen, dann waren die Tiere weniger aktiv: Sie bewegten sich kaum noch wriggelnd und sanken zu Boden.

Daß Bewegungen und Druckschwankungen des Wassers die Bewegungsaktivität der T.mariae fördern, scheint hiernach zumindest wahrscheinlich zu sein. Nach ähnlichen Beobachtungen an T.nilotica und T.tholloni ist anzunehmen, daß das auch bei anderen Tilapien so ist. Ob dadurch aber die Bindung gestärkt wird, wäre noch zu prüfen

7) Sehr schnelles Schwimmen (Rasen)

In etlichen Versuchen konnte eine auffällige Verhaltensweise, die ich als Rasen oder auch Herumrasen bezeichnete, beobachtet werden. Im typischen Fall stellte sich das Verhalten wie folgt dar:

Ein Tier, das sich nahe der Wand des Versuchsgefäßes aufhält, beginnt plötzlich, sehr schnell an der Wand des Versuchsgefäßes entlang zu schwimmen. Die Dauer dieses schnellen Schwimmens beträgt etwa 5 bis 10 Sekunden. Etliche Male war zu beobachten, daß ein Tier innerhalb von 5 Sekunden am Innenrand der Glasschale eine volle Runde schwamm. Sehr selten war zu beobachten, daß ein Tier innerhalb von 5 Sekunden zwei Mal am Innenrand der Glasschale herum schwamm. Bei diesem Herumrasen erreichten die Tiere Geschwindigkeiten von etwa 20 bis 35 Zentimeter pro Sekunde. Vergleichsweise oft endete das Herumrasen etwa an der gleichen Stelle, an der es begonnen hatte. Selten kam das Tier an einer anderen Stelle zur Ruhe. Etliche Tiere verweilten nach dem schnellen Schwimmen für längere Zeit bewegungslos; sie ruhten, wie auf S.84 angegeben.

Junge Tiere - etwa bis zum dritten Tag nach Schwimmbeginn - rasten kaum. Mit zunehmendem Alter war das Herumrasen etwas häufiger zu beobachten.

Es raste aber lange nicht jedes Tier. Nur etwa jedes zehnte Tier ließ dieses Verhalten erkennen. Tiere, die sich mit ihren Geschwistern in der Versuchsschale befanden, rasten nicht.

Es scheint kaum möglich, dieses Herumrasen als Flucht vor der Attrappe anzusprechen. Denn einerseits schwammen Tiere

beim Rasen sehr schnell auf die Attrappe zu und andererseits rasten auch Tiere, die im übrigen Verhalten Bindung an die Attrappe erkennen ließen. Es scheint eher möglich, das Herumrasen als Ausdruck eines Spannungszustands anzusprechen. Sei es, daß das einzeln getestete Tier die Appetenz besitzt, sich an Geschwister anzuschließen, und keine entsprechenden Reize wahrnimmt; sei es, daß das Tier die Appetenz besitzt, sich in einer optisch stärker strukturierten Umgebung aufzuhalten, und die entsprechenden Reize nicht aufnehmen kann. Es ist auch denkbar, daß die Attrappe vom Tier nicht als vollgültiger Ersatz für das Elterntier angesehen wird, daß die Attrappe also Reize nicht bietet, die normalerweise von Elterntieren ausgehen. Weiterhin könnte es sein, daß der Jungfisch nicht rasen würde, wenn er sich in einem durch Pflanzen und andere Elemente strukturierten Raum aufhalten würde.

Angesichts der Tatsache, daß das sehr schnelle Schwimmen insgesamt selten zu beobachten war, wird davon ausgegangen, daß dennoch die Zuordnung der Tiere zur Attrappe in den Abstandsangaben zum Ausdruck kommt.

4.2. Ergebnisse der Hauptversuche

4.2.1. Zur Reproduzierbarkeit

4.2.1.1. Tilapia mariae

4.2.1.1.1. Aufzuchtweise "mit Attrappe"

Es wurden drei Versuchsreihen durchgeführt, in denen T.mariae mit einer Attrappe aufwuchsen (vgl. Tabelle 23, Spalte 2 bis 4). Die Abb.31 enthält a) die Gruppenmediane des Abstandes $ME(ME(X)_{ind})$ und b) die Gruppenmediane der individuellen mittleren Quartilsabweichung $ME(QA(X)_{ind})$ jeweils bezogen auf das Laichalter. Die Tab.24 enthält die r_s-Werte und Tab.25, 26 und 27 enthalten die Ergebnisse der Signifikanztests.

Die individuellen Abstandsmediane und die individuellen mittleren Quartilsabweichungen aller drei Reihen korrelieren signifikant mit dem Alter. Das gleiche gilt für die Mediane aus diesen Werten, allerdings ist die Rangkorrelation der aus den mittleren Quartilsabweichungen gebildeten Medianen der dritten Versuchsreihe nicht signifikant von Null verschieden.

Die drei Durchführungen unterscheiden sich hinsichtlich der Abstandsstreuungswerte nicht bedeutend voneinander. Die Abstandsmediane der ersten Durchführung sind insgesamt niedriger als die der beiden anderen Reihen. Dieser Unterschied ist bezüglich der $ME(X)_{ind}$ gesichert.

Die Tiere, die in der ersten Versuchsreihe getestet wurden, wurden im Unterschied zu den Tieren der 2. und 3.Reihe wiederholt getestet. Ob hierin der Grund für das abweichende

Resultat zu sehen ist, muß offen bleiben; denn es könnte sich hier auch um gelegespezifische Unterschiede handeln. Zudem ist die Anzahl der pro Tag getesteten Tiere - 5 Tiere wurden getestet - für eine statistische Absicherung kaum ausreichend.

Die Ergebniswerte dieser drei Durchführungen werden für die weitere Bearbeitung zu einer "vereinigten Versuchsreihe" zusammengefaßt (vgl. Tab.23, Spalte 5).

4.2.1.1.2. Aufzuchtweise "ohne Attrappe"

Es wurden drei Versuchsreihen durchgeführt, in denen T.mariae ohne Attrappe aufwuchsen (vgl. Tabelle 23, Spalten 6 bis 8). Die Abbildung 32 enthält a) die Gruppenmediane des Abstandes und b) die Gruppenmediane der Abstandsstreuung jeweils bezogen auf das Laichalter. Die Tab.24 enthält die r_s-Werte, Tab.25, 28 und 29 enthalten die Ergebnisse der Signifikanztests.

Die individuellen Abstandsmediane und die aus ihnen berechneten Gruppenmediane steigen mit dem Alter an. Die Rangkorrelationskoeffizienten sind alle positiv und signifikant von Null verschieden. Für die Quartilsabweichungen der ersten Durchführung gilt das gleiche. Die r_s-Werte der beiden anderen Durchführungen sind nicht signifikant von Null verschieden. Die der zweiten Durchführung sind positiv, die der dritten sind negativ. Letztere steigen also nicht mit dem Alter an.

Die Ergebnisse der H- und U-Tests zeigen, daß sich die drei Durchführungen weder bezüglich der Durchschnitts- noch bezüglich der Streuungswerte des Abstandes bedeutend voneinander unterscheiden. Die drei Durchführungen werden zu einer vereinigten Versuchsreihe zusammengefaßt (Tabelle 23, Spalte 9).

4.2.1.1.3. Aufzuchtweise "mit sichtbarer Attrappe"

Unter der Aufzuchtweise mit sichtbarer Attrappe wurden zwei Versuchsreihen durchgeführt (vgl. Tabelle 23, Spalte 10 und

11). Die Gruppenmediane des Abstandes und der Abstandsstreuung enthält Abbildung 33. Die r_s-Werte sind in Tab.24, die Ergebnisse der Signifikanztests sind in Tab.25 und 30 enthalten.

Die Abstandsmediane und die Quartilsabweichungen beider Durchführungen korrelieren positiv und signifikant mit dem Alter. Lediglich die $ME(ME(X)_{ind})$-Werte der ersten Durchführung korrelieren so schwach, daß der Unterschied zu Null nicht gesichert werden kann. Die Unterschiede zwischen den Ergebniswerten beider Reihen sind unbedeutend. Die Ergebnisse beider Reihen werden zu einer vereinigten Versuchsreihe zusammengefaßt (vgl. Tabelle 23, Spalte 12).

Es hat sich zeigen lassen, daß unter gleichen Aufzuchtbedingungen aufgewachsene T.mariae Abstandsverhalten gegenüber einer Attrappe zeigen, das kaum auf bedeutende Unterschiede hinweist.

4.2.1.2. Tilipia nilotica

4.2.1.2.1. Aufzuchtweise "mit Attrappe"

Junge T.nilotica, die mit Attrappe aufwuchsen, wurden in zwei Versuchsreihen getestet (vgl. Tabelle 31, Spalten 2 und 3). Die Gruppenmediane des Abstandes und der Quartilsabweichung enthält Abb.34. Die r_s-Werte enthält Tab.32, die Ergebnisse der Signifikanztests sind in den Tab.33 und 34 enthalten.

Die Ergebnisdaten der beiden Reihen korrelieren mit einer Ausnahme positiv mit dem ansteigenden Alter. Die Rangkorrelationskoeffizienten sind von Null verschieden, mit den Ausnahmen, daß 1) die negative Rangkorrelation der $ME(X)_{ind}$ der ersten Durchführung und 2) die Rangkorrelation der $ME(ME(X)_{ind})$ der gleichen Durchführung nicht signifikant von Null verschieden sind. Werden aber diese Werte vom Alter bei Schwimmbeginn an mit dem fortschreitenden Alter korreliert, so ergeben sich positive und signifikant von Null verschiedene Resultate. Die Abweichung in der ersten Durch-

führung ist also auf die vor Schwimmbeginn erhaltenen Abstandswerte zurückzuführen.[1)]

Die Unterschiede zwischen den beiden Durchführungen sind anhand der Tests über die Gruppenmediane des Abstandes und der Streuung nicht bedeutend. Die reihenweisen U-Tests über die individuellen Abstands- und Streuungswerte weisen auf signifikante Unterschiede hin. Die tageweisen Vergleiche der individuellen Abstands- und Streuungswerte deuten bei Berücksichtigung des Laichalters nicht auf bedeutende Unterschiede hin, wohl eher bei Berücksichtigung des Alters ab Schwimmbeginn. Als Ursache für die teils signifikanten Befunde kann angeführt werden, daß es sich ausgewirkt haben könnte, daß die Tiere der ersten Durchführung von Pilzen befallen waren. Diese Tiere hatte ich drei Tage vor Schwimmbeginn in das Vollglasbecken eingesetzt. Die Tiere rutschten am Boden umher und waren später von Pilzen befallen. Die Unterschiede sind aber vergleichsweise gering, sodaß ich die Ergebnisse der beiden Durchführungen zur vereinigten Versuchsreihe (vgl. Tabelle 31, Spalte 4) zusammenfaßte.

4.2.1.2.2. Aufzuchtweise "ohne Attrappe"

Ohne Attrappe wuchsen T.nilotica für zwei Versuchsdurchführungen heran (vgl. Tabelle 31, Spalten 5 und 6). Die Gruppenmediane der Abstandsmediane und der Quartilsabweichungen gibt Abb.35 in Bezug auf das Alter ab Laichdatum wieder. Die r_s-Werte enthält Tab.32, die Tab.33 und 35 enthalten Resultate der Signifikanztests.

Die Rangkorrelationskoeffizienten der Ergebniswerte sind bis auf eine Ausnahme positiv und bis auf zwei Ausnahmen signifikant von Null verschieden. Die Ausnahmen betreffen die Abstandsmediane der zweiten Durchführung. Die Versuche mit den Tieren dieser Reihe begannen am 12.Tag nach dem Laichtag. Die Tiere waren bei Versuchsbeginn also schon recht alt. Vom

- - - - -

1) Die Versuche mit den noch nicht schwimmfähigen Tieren sollten zu erkennen geben, ob die Abstände vor Schwimmbeginn sich von denen nach Schwimmbeginn wesentlich unterscheiden.

ersten Versuchstag an waren diese Tiere mehrheitlich weit von der Attrappe entfernt.

Nach den Ergebnissen der U-Tests sind die Unterschiede zwischen den Durchführungen nicht bedeutend. Lediglich beim reihenweisen Test über die individuellen Abstandsmediane und individuellen Quartilsabweichungen ergaben sich signifikante Resultate. Dies hängt damit zusammen, daß die vergleichsweise niedrigen Werte der ersten Durchführung, die vor Schwimmbeginn erhalten wurden, in der zweiten Durchführung keine Entsprechung haben.

Bemerkenswert ist, daß sich die Ergebniswerte der ebenfalls verpilzten Tiere der ersten Durchführung sich unter dieser Aufzuchtweise nicht von denen der gesunden Tiere der zweiten Durchführung unterschieden. Die zwei Durchführungen der ohne Attrappe aufgewachsenen T.nilotica faßte ich trotz der geringfügigen Unterschiede zu einer vereinigten Versuchsreihe zusammen (vgl. Tabelle 31, Spalte 7).

Im Rahmen der Versuche, die der experimentellen Absicherung der Testmethode dienen sollten, führte ich mit anfangs 20 T.nilotica weitere Versuche durch: Die Tiere wuchsen ohne Attrappe auf und wurden täglich in die Glasschale zur dezentral angeordneten Attrappe gesetzt (vgl. Tab.36). Ihr Abstand wurde wie üblich protokolliert.

Die Abstandswerte dieser Versuchsreihe unterscheiden sich nur geringfügig von den Abstandswerten der erwähnten aus den beiden einzelnen Reihen zusammen berechneten Abstandswerten (Abb.36). Die Signifikanztests für Unterschiede an den einzelnen Tagen führten an keinem Tag zu einem signifikanten Resultat, wenn die Abstandswerte unter Bezug auf das Alter der Tiere ab Laichdatum berechnet wurden (vgl.Tab.37). Unter Bezug auf das Alter der Tiere ab Schwimmbeginn ergaben sich jedoch Unterschiede: Die Tiere der hier zu betrachtenden Reihe schwammen schon am 9.Tag nach Laichdatum, waren an ihrem ersten Tag der Schwimmfähigkeit der Attrappe recht nahe (im Durchschnitt 1,00 Abstandseinheiten) und lassen gegenüber der vorher erwähnten Reihe, deren Tiere erst am

11.Tag ab Laichdatum schwammen, erkennen, daß der Zeitpunkt des Schwimmbeginns bei dieser Aufzuchtweise keinen Einfluß auf den auf das Laichdatum bezogenen Zeitpunkt zu haben scheint, an dem erstmalig hohe Abstandswerte erreicht werden.

4.2.2. Einfluß der Aufzuchtweisen

4.2.2.1. T.mariae

Mit Versuchstieren der Art T.mariae wurden 8 Versuchsreihen durchgeführt, die zu drei vereinigten Versuchsreihen zusammengefaßt wurden (vgl. Tabelle 23, Spalten 5, 9 und 12).

Die Gruppenmediane des Abstandes und der Abstandsstreuung sind in Abb.37 graphisch dargestellt. Die r_s-Werte enthält die Tab.24. Die Tabellen 38, 39 und 40 enthalten die Ergebnisse von Signifikanztests.

Die Abstandswerte aller drei vereinigten Versuchsreihen steigen mit dem Alter der Tiere an. Vergleichsweise flach steigen die Abstandswerte der mit Attrappe aufgewachsenen Tiere an. Die ohne Attrappe aufgewachsenen Tiere sind der in der Versuchssituation gebotenen Attrappe vom 8. bis 11.Tag recht nahe, vom 12. bis zum 20.Tag halten sie sich in grösserem Abstand auf. Die mit sichtbarer Attrappe aufgewachsenen Tiere ließen Abstände berechnen, die vom 8. bis zum 12. Tag gleichmäßig ansteigen; vom 13. bis zum 19.Tag bleiben die Abstandsmediane der Tagesgruppen in der Größe von 5 bis 6 Abstandseinheiten entsprechend etwa 15 cm. Der Anstieg der Abstandsmediane ist für alle drei Versuchsreihen statistisch gesichert.

Die Abstandsstreuung der drei vereinigten Reihen steigt mit dem Alter ebenfalls an: Alle Rangkorrelationskoeffizienten sind positiv. Lediglich die unter der Aufzuchtweise ohne Attrappe erhaltenen Werte steigen mit dem Alter so schwach an, daß die Größen der r_s-Werte sich nicht signifikant von Null unterscheiden. Die differenzierende Wirkung der Aufzuchtweisen auf die Abstandswerte ist nach den H-Tests als bedeutend anzusehen.

Die Werte der mit Attrappe aufgewachsenen Tiere sind in den reihenweisen und tageweisen Vergleichen als mehrheitlich signifikant niedriger als die der anderen beiden Reihen nachgewiesen worden. Die Abstandswerte der ohne bzw. mit sichtbarer Attrappe aufgewachsenen Tiere unterscheiden sich so, daß die vom 9. bis 13. und am 15.Tag niedrigeren Werte der ohne Attrappe aufgewachsenen Tiere vom 9. bis 11.Tag als signifikant niedriger nachgewiesen wurden. Die am 14. und 16. bis 19.Tag größeren Werte der ohne Attrappe aufgewachsenen Tiere sind vom 16. bis zum 18.Tag als signifikant grösser nachgewiesen. Der reihenweise Vergleich der beiden Ergebnisreihen führte zu einem nichtsignifikanten Ergebnis.

Die Werte der Abstandsstreuung der drei vereinigten Versuchsreihen sind nach den Ergebnissen der tageweisen Tests als nur unbedeutend voneinander verschieden anzusehen. Lediglich im reihenweisen U-Test über die Gruppenwerte der Abstandsstreuung sind die Ergebnisse der mit sichtbarer Attrappe aufgewachsenen Tiere signifikant verschieden von den Werten der anderen beiden Reihen.

Die drei Aufzuchtweisen haben also die Abstandswerte bedeutend, die Streuungswerte des Abstandes geringfügig beeinflußt. Es ist hervorzuheben, daß die mit Attrappe aufgewachsenen T.mariae in der Testsituation deutlich dichter bei der Attrappe waren als die anderen, deren Abstandswerte sich beim reihenweisen Vergleich nicht signifikant voneinander unterscheiden.

Zur Einschätzung der Abstandswerte der mit, ohne und mit sichtbarer Attrappe aufgewachsenen T.mariae seien hier die Abstandswerte dieser Reihen den "Abstandswerten" der Leerversuche gegenübergestellt (vgl. auch Tab.10).

Die Abb.38a zeigt, daß die Werte der mit Attrappe aufgewachsenen Tiere an den Tagen 8 bis 15 (bezogen auf Laichdatum) niedriger sind als die Werte der ohne Attrappe getesteten Tiere. Nach den Resultaten der U-Tests (vgl.Tab.41) sind die Unterschiede an allen Tagen signifikant.

Von diesen Unterschieden her rechtfertigt sich die Formulierung, daß zumindest die jüngeren Tiere Bindung zur Attrappe erkennen lassen.

Die Abb.38b enthält eine Gegenüberstellung der Leertest-Werte und der ohne Attrappe aufgewachsenen Tiere. Die Abstandswerte der jüngeren Tiere sind deutlich und auch - nach den Ergebnissen der tageweisen U-Tests - signifikant niedriger als die Leer-Werte (Tab.41). Hier ist auffällig, daß die Werte der älteren Tiere zwar an etlichen Tagen (13. und 15. bis 19.) größer als die Leerwerte sind. Doch sind die Unterschiede an keinem der Tage 12 bis 15 signifikant. Daher scheint es sich zu verbieten, von Meideverhalten zu sprechen.

Die Abb.38c enthält die Werte der mit sichtbarer Attrappe aufgewachsenen Tiere in Gegenüberstellung zu den Leerwerten. Wiederum sind nur die Abstandswerte der jüngeren Tiere (hier die 8 bis 10 Tage alten Tiere) deutlich niedriger als die Leerwerte; sicherbare größere Abstände wurden in dieser Versuchsreihe nicht protokolliert.

Die Gegenüberstellungen zeigen, daß zwar niedrige Werte sich von den Werten der Leertests signifikant unterscheiden können - insofern kann man sie als Ausdruck von Bindung zur Attrappe ansehen - während aber höhere Abstandswerte sich von den Werten der Leertests nicht deutlich genug abheben, als daß man diese höheren Abstandswerte als Ausdruck einer Meidetendenz ansprechen könnte.

4.2.2.2. T.nilotica

Es liegen Ergebnisse von drei Versuchsreihen - entsprechend den drei Aufzuchtweisen - vor, von denen zwei aus je zwei Versuchsdurchführungen zusammengestellt wurden (siehe Tabelle 31, Spalten 4, 7 und 8).

Die Gruppenwerte des Abstandes und der Abstandsstreuung sind in Abb.39 dargestellt. Die r_s-Werte enthält Tab.32. Die Ergebnisse der Signifikanztests enthalten die Tabellen 42, 43 und 44.

Die Abstands- und Streuungswerte aller drei Versuchsreihen steigen signifikant mit dem Alter an. Eine Ausnahme besteht bezüglich der Abstandswerte der mit Attrappe aufgewachsenen Tiere: Die Gruppenwerte - vom 8. bis zum 20.Tag mit dem Alter korreliert - ergeben eine schwache, nicht von Null signifikant verschieden zu sichernde Korrelation. Werden aber nur diejenigen Werte, die ab Schwimmbeginn berechnet werden, mit dem Alter korreliert, so ergibt sich ein r_s-Wert, der signifikant von Null verschieden ist.[1)] Der Anstieg mit dem Alter erfolgt ab Schwimmbeginn bei mit Attrappe aufgewachsenen Tieren vergleichsweise langsam. Die Bindung an die Attrappe bleibt lange erhalten. Die mit sichtbarer Attrappe aufgewachsenen Tiere sind am 11. und 12.Tag noch dicht bei der Attrappe, am 13. und 14.Tag vergrößern sich die Abstände, um bis zum 20.Tag bei 5 bis 6 Abstandseinheiten - entsprechend 15 cm - zu bleiben. Die ohne Attrappe aufgewachsenen T.nilotica sind nur am 8. und 9.Tag (vor dem Schwimmbeginn) der Attrappe nahe. Vom 10. bis zum 20.Tag meiden sie die Attrappe. Die Streuungswerte des Abstandes steigen bei allen drei Aufzuchtweisen deutlich mit dem Alter der Tiere an. Die Rangkorrelationskoeffizienten sind stets signifikant von Null verschieden.

Die Aufzuchtweisen beeinflussen die Abstandswerte sehr stark. Sowohl die H-Tests über die Werte aller drei Versuchsreihen wie auch die U-Tests zwischen den Werten von je zwei Versuchsreihen weisen darauf hin. Die Ergebnisse der tageweis wie der reihenweis gerechneten Tests über die Gruppen- und individuellen Werte entsprechen einander. Die Unterscheidungstests über die Streuungswerte weisen auf geringen Einfluß der Aufzuchtweisen hin. Von den reihenweisen Tests sind lediglich der H-Test über die individuellen Streuungswerte und die U-Tests, in die die Werte der mit sichtbarer Attrappe aufgewachsenen Tiere eingehen, signifikant. Dieses Resultat ist darauf zurückzuführen, daß die Streuungswerte der vor Schwimmbeginn getesteten Tiere in dieser Reihe fehlen. Die tageweisen Vergleiche der individuellen Streuungswerte zeigen (vgl. Abb.39b), daß die Werte der mit Attrappe auf-

- - - - -

1) Vgl. Fußnote Seite 96

gewachsenen Tiere zunächst signifikant kleiner und ab 17. bzw. 18.Tag signifikant größer sind als die unter den beiden anderen Aufzuchtweisen erhaltenen Streuungswerte.

Die Aufzuchtweisen haben also die Abstandsmediane stark und die Abstandsstreuungswerte vergleichsweise schwach beeinflußt

Die Resultate der geschilderten mit T.nilotica durchgeführten Versuche unter verschiedenen Aufzuchtweisen sollen hier noch mit den Ergebnissen der Leertests verglichen werden. Wie auf S.71 mitgeteilt, wurden mit insgesamt 20 Tieren pro Tag an den Tagen 10 bis 15 Tag ab Laichdatum Versuche ohne Attrappe in der Testschale durchgeführt.

Die Gegenüberstellung dieser Werte mit den Werten der Versuchsreihen enthält Abb.40, die Resultate der Signifikanztests enthält Tab.45.

Es wird deutlich, daß die jungen, mit Attrappe aufgewachsenen Tiere an allen zur Gegenüberstellung möglichen Tagen signifikant niedrigere Werte haben. Daher ist die Aussage, die Tiere zeigen Bindungsverhalten, als akzeptabel zu betrachten.

Die Werte der ohne Attrappe aufgewachsenen Tiere sind an den Tagen 10 bis 15 größer als die Leerwerte. Die Unterschiede sind an den Tagen 12 bis 15 signifikant zu sichern. Damit scheint es möglich zu sein, die hohen Werte der T.nilotica für die genannten Tage als Ausdruck einer Meidetendenz anzusprechen.

Die mit sichtbarer Attrappe aufgewachsenen Tiere lieferten Abstandswerte, die sich nach Abb.40c und den Resultaten der U-Tests für die Tage 11 bis 13 als Ausdruck von Bindung an die Attrappe ansprechen lassen.

Angesichts der hohen Abstandswerte der ohne Attrappe aufgewachsenen und mit bewegter Attrappe getesteten T.nilotica stellte ich mir die Frage, ob diese hohen Werte, die nach Gegenüberstellung mit den Leertest-Werten als Ausdruck einer Meidetendenz angesehen werden können, durch die Bewegung der Attrappe so besonders hoch geworden sind.

Daher führte ich Versuche durch, bei denen ich ohne Attrappe aufgewachsene T.nilotica in die Glasschale zu einer stehenden Attrappe brachte (vgl. Tab.18). Die Tageswerte des Abstandes sind in Abb.41 den Abstandswerten der mit bewegter Attrappe getesteten Tiere gegenübergestellt (vgl.Tab.36). Die Tabelle 46 enthält die Resultate der tageweis gerechneten U-Tests.

Anhand der Relationen zwischen den höheren Abstandswerten der mit bewegter Attrappe getesteten Tieren gegenüber den niedrigeren Abstandswerten der mit stehender Attrappe getesteten Tieren und angesichts der bis auf eine Ausnahme (12.Tag ab Laichdatum) signifikant sicherbaren Unterschiede scheint die Annahme gerechtfertigt, daß die Bewegung der Attrappe die höheren Abstandswerte der ohne Attrappe aufgewachsenen T.nilotica bedingt hat.

4.2.2.3. T.tholloni

Mit jungen T.tholloni wurden unter jeder der drei Aufzuchtweisen - mit, ohne und sichtbare Attrappe - eine Versuchsreihe durchgeführt (vgl. Tabelle 47, Spalten 2, 3 und 4).

Die Gruppenmediane der individuellen Abstands- und Streuungswerte enthält die Abbildung 42. Die r_s-Werte sind in Tab.48 enthalten. Die Ergebnisse der Signifikanztests sind in den Tabellen 49, 50 und 51 niedergelegt.

Die Abstandswerte aller drei Versuchsreihen steigen mit dem Alter an. Die Rangkorrelationskoeffizienten sind stets positiv und signifikant von Null verschieden.

Die Abstandswerte unterscheiden sich nach den reihenweis durchgeführten H-Tests bedeutend voneinander. Die tageweis berechneten H-Tests lassen signifikante Unterschiede an fast allen Tagen erkennen. Die Abstandswerte der ohne Attrappe aufgewachsenen Tiere sind insgesamt und an jedem Tag größer als die unter den anderen Aufzuchtweisen gemessenen. Diese Unterschiede sind signifikant. Dagegen unterscheiden sich die Abstandswerte der mit bzw. mit sichtbarer Attrappe aufgewachsenen Tiere kaum voneinander. Die reihenweis gerech-

neten U-Tests sind nicht signifikant. Die tageweisen Vergleiche lieferten für nur 3 der 10 Versuchstage ein signifikantes Resultat.

Die Streuungswerte des Abstandes steigen unter dem Einfluß aller drei Aufzuchtweisen mit dem Alter an. Lediglich für die ohne Attrappe aufgewachsenen T.tholloni ist der Altersanstieg dieser Werte nicht signifikant. Die Streuungswerte des Abstandes unterscheiden sich entsprechend den drei Aufzuchtweisen nur unbedeutend. Die reihenweisen Tests auf Unterschiede führten zu nichtsignifikanten Ergebnissen. Die tageweisen Tests ergaben vergleichsweise selten signifikante Unterschiede.

Während also die Aufzuchtweisen die Abstandswerte bedeutend beeinflussen, ist die Abhängigkeit der Streuungswerte des Abstandes nicht als bedeutend zu bezeichnen.

Unter der gleichen Fragestellung, wie schon für T.mariae und T.nilotica besprochen, verglich ich die in Leertests erhaltenen Abstandswerte mit denen, die sich als Resultat der eben besprochenen Reihen ergeben hatten.

Bei den Leertests schwammen T.tholloni in der Testschale über der Schablone entsprechend der dezentralen Anordnung der Attrappe, obwohl keine Attrappe in der Glasschüssel geboten war. Die Abstandswerte dieser Leertests enthält Tabelle 11. Die Abb.43 enthält die Gegenüberstellungen der drei Versuchsreihen mit der Leertest-Reihe. Die Ergebnisse der Signifikanztests sind in der Tabelle 52 enthalten.

Nach diesen Abbildungen und Tabellen ist es deutlich, daß die Abstandswerte der jüngeren T.tholloni, die mit Attrappe aufgewachsen waren, der Attrappe am 7. bis 12.Tag ab Laichdatum so nahe waren, daß die Unterschiede zum Leertest statistisch gesichert werden konnten.

Die gleiche Aussage ergibt sich für die mit sichtbarer Attrappe aufgewachsenen T.tholloni für die Tage 7 bis 10 und 13 und 14 ab Laichdatum.

Die Abstandswerte der ohne Attrappe aufgewachsenen Tiere sind zwar am 7.Tag gesichert kleiner als die Werte des Leertests. Aber die ab 10.Tag größeren Abstandswerte der ohne Attrappe aufgewachsenen und mit Attrappe getesteten T.tholloni lassen sich - mit Ausnahme des 16.Tages - nicht als statistisch gesichert größer ansehen. Die erwähnten gesichert niedrigen Abstandswerte lassen sich als Ausdruck einer Bindungstendenz ansehen. Aber die hohen Abstandswerte, insbesondere der ohne Attrappe aufgewachsenen und mit Attrappe getesteten Tiere können nicht als klarer Ausdruck einer Meidetendenz angesehen werden.

4.2.2.4. Ergebnisse der drei Arten

Zusammenfassend kann das gemeinsame Ergebnis für alle drei untersuchten Arten formuliert werden: Die Abstandswerte aller drei Arten werden von den Aufzuchtweisen "mit", "ohne" und "mit sichtbarer" Attrappe deutlich beeinflußt. Der Einfluß ist auf die Werte der Maulbrüter-Jungfische T.nilotica vergleichsweise am stärksten. Dagegen ist der Einfluß auf die Abstandswerte der beiden Substratbrüter-Arten T.mariae und T.tholloni schwächer. Während bei letzteren die Abstandswerte der mit bzw. mit sichtbarer Attrappe aufgewachsenen Tiere sich weitgehend gleichen, besteht bei ersteren ein beachtlicher Unterschied zwischen den Abstandswerten dieser zwei Aufzuchtweisen: Die Aufzucht mit Attrappe führt zu deutlich kleineren Abständen als die Aufzucht mit sichtbarer Attrappe.

Die Streuungswerte aller drei Arten werden durch die Aufzuchtweise nur geringfügig modifiziert.

4.2.3. Unterschiede zwischen den Arten

Wurde bisher nach dem Einfluß der Aufzuchtweisen innerhalb jeder der drei Arten gefragt, so soll anschließend untersucht werden, wie es um Unterschiede zwischen den Arten bei gleicher Aufzuchtweise bestellt ist.

4.2.3.1. Aufzucht mit Attrappe

Die Tabellen 23, 31 und 47 enthalten unter der Aufzucht-Bezeichnung "mit Attrappe" die Anzahlen der Versuchstiere in den teilweise vereinigten Versuchsreihen.

Die Abbildung 44 enthält die graphisch dargestellten Gruppenmediane der Abstands- und Streuungswerte. Die Ergebnisse der Signifikanztests sind in den Tabellen 53, 54 und 55 enthalten.

Die Alterskorrelation aller drei Reihen wurden bereits besprochen. Die mit Attrappe aufgewachsenen Tiere der drei Arten lieferten im Test Abstandswerte, die nach den Ergebnissen der H-Tests auf deutliche Unterschiede zwischen den drei Arten hinweisen (vgl. Abb.44a). Vergleichsweise früh steigen die Abstandswerte der T.tholloni an, einige Tage später erfolgt der Anstieg bei T.mariae, vergleichsweise lange bleiben die T.nilotica der Attrappe nahe. Die reihenweisen Tests lassen erkennen, daß sich die Werte der T.nilotica signifikant von denen der anderen beiden Arten unterscheiden, die sich ihrerseits voneinander nicht signifikant unterscheiden. Die tageweisen U-Tests bestätigen die Unterschiede zwischen T.nilotica und den beiden anderen Arten, jedoch sind die niedrigeren Abstandswerte der T.mariae gegenüber den Werten der T.tholloni an 5 von 9 Tagen als bedeutend verschieden anzusehen. Werden die Abstandswerte aber den Schwimmtagen zugeordnet, so verschwinden die Unterschiede zwischen den Abstandsmedianen der beiden Substratbrüterarten, während die Werte der T.nilotica auch bei dieser Zuordnung eindeutig niedriger sind. Diese Unterschiede lassen sich auf das Kontaktverhalten der jungen T.nilotica beziehen (vgl.S.114).

Die Unterschiede zwischen den Streuungswerten der mit Attrappe aufgewachsenen Tiere lassen kaum einen beachtlichen Unterschied, der mit der Artzugehörigkeit in Verbindung gebracht werden könnte, erkennen. Lediglich die individuellen Streuungswerte der T.nilotica sind nach dem Ergebnis des reihenweisen Vergleiches in summa signifikant niedriger als die von T.mariae.

4.2.3.2. Aufzucht ohne Attrappe

Die notwendigen Angaben zu den Versuchsreihen, die mit Tieren der drei Arten durchgeführt wurden, enthalten die Tabellen 23, 31 und 47 unter der Aufzuchtbezeichnung "ohne Attrappe". Die Gruppenmediane der individuellen Abstandsmediane und Quartilsabweichungen enthält Abb.45. Die Ergebnisse der Signifikanztests sind in den Tab.56, 57 und 58 aufgeführt. Die Alterskorrelationen aller drei Ergebnisreihen wurden bereits besprochen.

Die Mediane des Abstandes unterscheiden sich nach den Ergebnissen der reihenweisen und tageweisen H- und U-Tests nicht bedeutend voneinander. Lediglich die Ergebnisse der reihenweise "empfindlichen" Tests über die individuellen Abstandsmediane lassen signifikante Unterschiede zwischen den drei Arten erkennen. Die Abstandswerte der ohne Attrappe aufgewachsenen Tiere steigen bei unterschiedlichem Alter stark an. Gruppenmediane in der Größe von mehr als 4,5 Abstandseinheiten lassen die T.tholloni ab 9.Tag, die T.nilotica ab 10.Tag und die T.mariae ab 12.Tag erkennen. Die tageweisen Tests über die individuellen Abstandsmediane liefern lediglich zwischen dem 9. und 12.Tag signifikante Unterschiede. Das Ansteigen der Werte deutet auf das Abklingen der spontanen Bindungsbereitschaft hin, das nach Brestowsky (1968) das Ende der sensiblen Phase anzeigt.

Werden die Abstandswerte bezüglich des Schwimmbeginns der Tiere miteinander verglichen (siehe Abb.45c), so fällt auf, daß die Abstandsmediane der T.nilotica schon vor Schwimmbeginn ansteigen. Dies hängt damit zusammen, daß die T.nilotica sich aus auffällig großen Eiern entwickelten. Der Anstieg der Abstandsmediane der T.tholloni und T.mariae erfolgt nach Schwimmbeginn und verglichen mit T.nilotica nicht so plötzlich. Die H- und U-Tests über die individuellen Abstandsmediane lassen signifikante Unterschiede nur zwischen dem Tag vor und dem 4.Tag nach Schwimmbeginn erkennen. Danach haben die Tiere aller Arten größere Abstände zu der Attrappe.

Die Streuungswerte der drei Arten unterscheiden sich nach den Resultaten der reihenweisen H-Tests bedeutend. Dabei sind die Unterschiede zwischen den Werten der Substratbrüter nicht signifikant. Aber die Werte der T.nilotica sind in summa größer als die der Substratbrüter. Nach den reihenweisen U-Tests bestehen zu den Werten der T.mariae und der T.tholloni signifikante Unterschiede.

Die tageweisen Vergleiche ergeben bei der Zuordnung der Streuungswerte zum Laich- wie zum Schwimmalter den Befund, daß die Arten sich an mehr als der Hälfte aller Tage bezüglich ihrer Streuungswerte bedeutend unterscheiden. Die Ergebnisse der U-Tests sprechen für Vergleichbarkeit der Werte von T.tholloni und T.mariae. Die Werte der T.nilotica sind anfänglich signifikant niedriger und später signifikant größer als die der anderen beiden Arten.

Unter der Aufzuchtweise "ohne Attrappe" stehen also kaum unterschiedliche Abstandswerte der drei Arten teilweise deutlichen Unterschieden der Streuungswerte gegenüber, wobei die Streuungswerte der T.nilotica die statistisch signifikanten Unterschiede bedingen.

4.2.3.3. Aufzucht mit sichtbarer Attrappe

Die Anzahl der Tiere, die mit sichtbarer Attrappe aufwuchsen, sind in den Tabellen 23, 31 und 47, jeweils in den letzten Spalten angegeben. Die Abb.46 gibt die Gruppenmediane der Abstands- und Streuungswerte wieder. Die Tabellen 59, 60 und 61 enthalten die Ergebnisse der Signifikanztests.

Die Alterskorrelationen der Abstands- und Streuungswerte der drei Versuchsreihen wurden bereits besprochen. Die Abstandswerte der Tagesgruppen der drei Arten unterscheiden sich - ähnlich wie bei der Aufzucht ohne Attrappe - hauptsächlich durch den altersabhängigen Anstieg der Werte (vgl. Abb.46a). Insgesamt sind überdies die Werte der T.tholloni etwas niedriger als die der anderen beiden Arten. Dem entspricht, daß von den reihenweisen Tests über die individuellen Abstandsmediane nur der H-Test und diejenigen U-Tests

ein signifikantes Resultat ergeben, in die die Werte der T.tholloni einbezogen werden. Unter Berücksichtigung des Schwimmbeginns gleichen sich die Werte der drei Arten weitgehend.

Die tageweis durchgerechneten H- und U-Tests über die individuellen Abstandsmediane weisen darauf hin, daß sich die Arten bezüglich des Abstandes nur unbedeutend voneinander unterscheiden.

Die Abstandsstreuungen der drei Arten gleichen sich unter der Aufzuchtweise "sichtbare Attrappe" weitgehend. Anhand der reihenweis durchgeführten Tests über die individuellen Werte ergaben sich signifikante Resultate, die auf die grösseren Streuungswerte der T.nilotica hinweisen. Werden die Gruppenmediane der Streuungswerte - bezogen auf Schwimmbeginn der Tiere - miteinander reihenweise verglichen, so zeigt sich, daß diese Werte der T.mariae in summa signifikant niedriger sind, als die der anderen beiden Arten. Die tageweisen Vergleiche der individuellen Streuungswerte lassen bei Bezug auf das Alter ab Laichdatum überwiegend unbedeutende Unterschiede erkennen, jedoch sind lediglich die auf das Alter ab Schwimmbeginn bezogenen Streuungswerte der T.mariae an 5 von 10 Tagen signifikant niedriger als die der T.nilotica.

Unter der Aufzuchtweise "sichtbare Attrappe" bestehen zwischen den Abstandswerten kaum bedeutende Unterschiede, ebenso sind die Streuungswerte weitgehend gleich. Diese Aufzuchtweise führte also nicht zu beachtlichen Unterscheiden im Abstandsverhalten der drei Arten.

Exkurs: Einmaliger und wiederholter Test mit Versuchstieren

In etlichen Versuchsreihen wurden die Tiere, die in den Aufzuchtgefäßen heranwuchsen, von Tag zu Tag - also wiederholt - getestet. In anderen Versuchsreihen hatten so viele Tiere bereitgestellt werden können, daß die Tiere, die an einem Tag getestet worden waren, nicht ein weiteres Mal getestet werden mußten. Es stellt sich die Frage, ob die Tiere, die

täglich für fünf Minuten in der Testsituation bei der Attrappe waren, nicht - aufgrund der fünfminütigen Erfahrungsmöglichkeit - am folgenden Tag andere Abstandswerte ergeben mußten als Tiere gleichen Alters, die bis zum Beginn des Tests noch keine Attrappe wahrnehmen konnten.

Diese Frage stellt sich insbesondere für die Tiere, die ohne Attrappe aufwuchsen. Es liegt nahe anzunehmen, daß 5 Minuten Anwesenheit bei der Attrappe in der Testsituation unter Umständen zur Festigung oder Stabilisierung von Bindung geführt haben können.

Zur Beantwortung dieser Frage habe ich folgende Versuche durchgeführt.

a) Versuche mit T.nilotica

Zum Vergleich mit den in einem Aufzuchtgefäß ohne Attrappe aufgewachsenen und täglich an der Attrappe in der Testschale wiederholt beobachteten T.nilotica stellte ich für einen Zusatzversuch etwa 200 T.nilotica bereit. Diese Tiere wuchsen ohne Attrappe auf. Täglich testete ich 20 dieser Tiere und verwarf sie nach dem Test (vgl. Tab.62).

Die Abstandswerte, die sich in dieser Versuchsreihe ergaben, sind in Abb.47 den Abstandswerten der wiederholt getesteten Geschwister gegenüber gestellt, die auch ohne Attrappe aufwuchsen, aber von Tag zu Tag wiederholt getestet wurden.

Bei den wiederholt getesteten Tieren erfolgt der Übergang von niedrigen zu hohen Abstandswerten sowohl früher wie auch schneller als bei den einmal getesteten Tieren. Dieser Befund überrascht insofern, als ich eher damit gerechnet habe, daß die Abstandswerte der wiederholt getesteten Tiere später ansteigen würden als die der einmal getesteten.

Gelegespezifische Unterschiede - seien es genetische oder nichtgenetische - können hier nicht zur Deutung der Unterschiede der Abstände herangezogen werden, denn die Tiere, deren Abstandswerte die Abb.47 wiedergibt, stammen aus dem gleichen Gelege.

b) Versuche mit T.tholloni

Die Abstandswerte der auf S.103 besprochenen Versuchsreihe hatte ich von Tieren erhalten, die ohne Attrappe aufwuchsen und täglich - also wiederholt - getestet worden waren.

Als Ergänzung führte ich eine Versuchsreihe durch, bei der (vgl. Tab.63) etwa 200 Tiere ohne Attrappe aufwuchsen. Von diesen testete ich täglich 10 Tiere, die ich nach dem Versuch verwarf. Die Ergebnisse des Abstandes sind in Abb.48 einander gegenübergestellt. Hier zeigt sich der gleiche Effekt wie bei T.nilotica insofern, als die wiederholt getesteten Tiere schon früher höhere Abstandswerte erreichen als die einmal getesteten.

Da es sich bei den hier verglichenen Reihen um Versuche handelt, die mit Tieren aus verschiedenen Gelegen durchgeführt worden sind, könnten zwar gelegespezifische Unterschiede die Ursache für diese Abstandsunterschiede enthalten. Da aber hier bei T.tholloni der gleiche Effekt wie bei T.nilotica von Tieren aus dem gleichen Gelege zu beobachten ist, könnten auch andere Ursachen wirksam sein.

4.2.4. Resultate der Fisher-exakt-Tests auf Bindung und Meiden

Zur Überprüfung der Frage - ob die Abstandswerte den Schluß zulassen, daß die Tiere an manchen Tagen Bindungsverhalten oder Meideverhalten gezeigt haben - wurden zwei verschiedene Betrachtungen angewandt. Einerseits wurden die experimentell erhaltenen Abstandswerte - bei Test mit Attrappe - denjenigen Werten gegenübergestellt, die bei Test ohne Attrappe - sogenannte Leertests - erhalten wurden. Die Resultate der entsprechend gerechneten U-Tests wurden bereits dargelegt. Sie lassen den Schluß zu, daß insbesondere jüngere Tiere Bindungsverhalten erkennen lassen. Der Schluß auf Vorhandensein von Meideverhalten ist höchstens für die ohne Attrappe aufgewachsenen Tiere möglich, die mit bewegter Attrappe getestet wurden. Die Substratbrüter-Jungfische der Arten T.mariae und T.tholloni lieferten nur ausnahmsweise so hohe Abstandswerte, daß sie höchstens an einzelnen Tagen

Meideverhalten erkennen ließen. Die jungen Maulbrüter T.nilotica scheinen dagegen - wenn sie ohne Attrappe aufgewachsen und an der bewegten Attrappe getestet worden waren - deutliches Meideverhalten gezeigt zu haben.

Nach dem bisher angewandten Vergleichsverfahren müssen signifikante Resultate nicht unbedingt Ausdruck von Bindungs- oder Meidetendenzen sein. Die zugrundeliegenden Abstandswerte könnten eventuell auch im Sinne von dargelegten Verteilungshypothesen interpretiert werden: So wäre nicht auszuschließen, daß vermeintlich auf Bindungstendenz hinweisende Werte schon durch eine Gleichverteilungsannahme im Volumen des Schwimmraumes interpretiert werden könnten. Andererseits könnten eventuell höhere Abstandswerte als Ausdruck einer Tendenz zu gleichmäßiger Verteilung der Aufenthaltsereignisse an bzw. bei der Wand des Schwimmgefäßes angesehen werden.

Daher wurden die Abstandswerte etlicher Versuchsreihen unter den strengeren Nullhypothesen - bei Verwendung der sog. kritischen Werte, die sich aus den Verteilungshypothesen aus geometrischen Daten der Versuchsanordnung errechneten - mit Hilfe des Fisher-exakt-Tests überprüft. (Zur Formulierung der Hypothesen vergleiche S. 21f) Die Ergebnisse dieser Tests sind in der Tabelle 64 enthalten.

Aus den Ergebnissen von Versuchen mit T.mariae läßt sich demnach die Bindungshypothese für stets mindestens zwei Tage aufrecht erhalten. Diese Tage liegen zwischen dem 7. und dem 10.Tag ab Laichdatum. Die unterschiedlichen Aufzucht- und Testweisen haben kaum deutlichen Einfluß auf die Dauer der so bestimmten Bindungsphase.

Bei T.tholloni kann Bindungsverhalten nur zwischen dem 7. und 9.Tag ab Laichdatum angenommen werden. Jedenfalls ergaben das die Ergebnisse der mit bewegter Attrappe aufgewachsenen und mit bewegter Attrappe getesteten Tiere. Dagegen lassen die ohne Attrappe aufgewachsenen und mit bewegter Attrappe getesteten - ebenso wie die mit sichtbarer Attrappe aufgewachsenen und mit bewegter Attrappe getesteten T.tholloni - Jungfische lediglich am 7.Tag ab Laichdatum

Bindungsverhalten erkennen. Hier haben die Aufzuchtweisen eine nur geringfügige Modifikation ergeben. Bestätigung der Bindungsannahme ergab sich bei den mit stehender Attrappe aufgewachsenen und an stehender Attrappe getesteten T.tholloni. Es ergibt sich hiernach, daß die Bindungstendenzen der T.tholloni schwächer zu sein scheinen als bei T.mariae.

Dagegen läßt sich für die T.nilotica nicht nur für eine längere Zeitdauer - 6 Tage gegenüber 3 Tage bei T.tholloni und 3 bzw. 4 Tage bei T.mariae - von Bindung sprechen, wenn die Tiere mit bewegter Attrappe aufgewachsen und an der bewegten Attrappe getestet wurden. Darüberhinaus ist bei T.nilotica auch bei dieser Betrachtung der Einfluß der verschiedenen Aufzuchtweisen deutlicher zu erkennen. Für den vergleichsweise längsten Zeitraum - nämlich für die Zeitspanne vom 12. bis zum 17.Tag ab Laichdatum - läßt sich für die T.nilotica, die mit bewegter Attrappe aufgewachsen und getestet wurden, die Bindungsannahme aufrecht erhalten. Dagegen sind die Abstandswerte der ohne Attrappe aufgewachsenen und mit bewegter Attrappe getesteten Tiere doch so groß, daß sich die Bindungshypothese für keinen einzigen Tag aufrecht erhalten läßt. Das gleiche läßt sich anhand der Werte der mit sichtbarer Attrappe aufgewachsenen und mit bewegter Attrappe getesteten T.nilotica sagen. Demgegenüber lassen die Ergebnisse anderer Versuchsreihen mit T.nilotica anhand der Resultate des Fisher-exakt-Tests doch von Bindungsverhalten sprechen. An jeweils einem, zwei oder drei Tagen, die zwischen dem 8. und 11.Tag ab Laichdatum liegen, kann von Bindungsverhalten gesprochen werden. Bei T.nilotica ist also der Einfluß der unterschiedlichen Aufzucht- und Testweisen auf die Dauer des Bindungsverhaltens deutlich zu erkennen.

Den mitgeteilten Befunden zum Bindungsverhalten stehen die Resultate der Fisher-exakt-Tests auf Meiden gegenüber. Sämtliche dieser Resultate sprechen gegen die Meidehypothese. Auch die hohen Abstandswerte lassen sich noch durch die Annahme deuten, die Tiere würden sich bzw. die Aufenthaltsereignisse gleichmäßig an der Wand des Schwimmraumes verteilen.

Den hier dargelegten Ergebnissen der Fisher-exakt-Tests zu den Bindungs- und Meidehypothesen kann allerdings keine allzugroße Bedeutung zugemessen werden, da die Anzahlen der in den Test einbezogenen Abstandswerte mit 10 bis höchstens 20 Werten recht niedrig sind. Dies wird bei der Interpretation zu berücksichtigen sein.

4.2.5. Vergleich der Ergebnisse

Die bisher dargelegten Ergebnisse können mit Ergebnissen verglichen werden, die Bauer (1968) und Brestowsky (1968) mitgeteilt haben. Es besteht aber die Schwierigkeit, daß die Versuchsanlagen, die die Autoren benutzt hatten, nicht mit der hier benutzten Anlage identisch sind. Auch sind die Verhaltenselemente, die von jenen Autoren beachtet wurden und zur Grundlage der Aussagen über das Bindungsverhalten dienten, nicht mit dem hier beachteten Abstand identisch: Bauer ließ junge Tilapien in einer 1. kleineren Glasschüssel (Durchmesser 20 cm) schwimmen, in der sie nur im vorderen Teil schwimmen konnten. Er beobachtete 2. Häufigkeit und Dauer der Berührungen - Kontakte - die die Tiere an einer in einer Plexiglasplatte befestigten Attrappe durchführten. Brestowsky ließ die Tiere in einer größeren Glasschale (Durchmesser 38 cm) bei Dunkelfeldbeleuchtung schwimmen. Er formulierte seine Aussagen zum Bindungsverhalten anhand photographischer Abbildungen der Bewegungsbahnen, die die Tiere um eine Attrappe herum schwammen.

Die Abstandswerte der Tiere, die ohne Attrappe aufwuchsen, gestatten eine Aussage über die Dauer des Zeitraumes, innerhalb dessen sie sich spontan bevorzugt in der Nähe der Attrappe aufhalten. Diese Phase ist nach Abb.45a für T.tholloni am 9., für T.nilotica am 10. und für T.mariae am 12.Tag als beendet anzusehen. Nach Bauer (1968) dauert die "kritische Phase des Kontaktverhaltens" bei einzeln aufgewachsenen T.nilotica vom Schwimmbeginn bis zum 21.Tag, bei T.tholloni beginnt sie am 6.Tag, das Ende ist nicht angegeben. Angaben für T.mariae fehlen auch bei Bauer. Die sensible Phase des Bindungsverhaltens für in Gruppen aufgewachsene und in Grup-

pen getestete Tiere dauert nach Brestowsky für T.nilotica und T.tholloni vom Schwimmbeginn bis etwa zum 12.Tag. Die Phase, in der die Tiere der Attrappe nahe sind, obwohl sie ohne Attrappe aufwachsen, ist also kürzer als die "sensible Phase" (Brestowsky 1968) bzw. "kritische Phase des Kontaktverhaltens" (Bauer 1968).

Die Abstandswerte der bei mir mit Attrappe aufgewachsenen Tiere ermöglichten in Verbindung mit dem Fisher-exakt-Test Aussagen über die Dauer der Bindungsphase, wonach die Bindung bei T.nilotica wesentlich länger (bis zum 17.Tag ab Laichdatum) als bei T.mariae (bis 10.Tag ab Laichdatum) und bei T.tholloni (bis 9.Tag) andauert. Nach Bauer dauert die Reaktionsphase des Kontaktverhaltens bei T.nilotica vom 7. bis zum 26.Tag, wenn die Tiere täglich für 190 sec der Attrappe ausgesetzt worden waren; "wesentlich kürzer (8 Tage) dauerte die Reaktionsphase der (...) Gruppe von 17 Tieren, die aber die ganze Zeit über zusammen bei einer Attrappe gehalten wurden" (Bauer, 1968, S.43/44). Brestowsky teilt mit, daß die Bindungsphase der T.tholloni - vom 12.Tag an ohne Langkontakte - etwa bis zum Alter von 30 Tagen andauert. Die Bindungsphase der T.nilotica (Einzeltiere) dauert bei ganztägiger Anwesenheit der Attrappe "bis weit über den 43. Tag hinaus" (Brestowsky, 1968, S.791) an.

Die Ergebnisse der mit sichtbarer Attrappe aufgewachsenen Tiere können nicht mit Ergebnissen anderer Autoren verglichen werden, da diese Aufzuchtvariante bisher nicht benutzt wurde.

5. Erörterung

5.1. Aspekte der Fragestellung und Erörterung methodischer Details

5.1.1. Abgrenzung der Fragestellung

Die für die Durchführung der Versuche maßgebliche Fragestellung - wird Bindungsbereitschaft durch Anwesenheit von Elternattrappen beeinflußt, und falls ja, wodurch - und ihre Entwicklung ist eingangs beschrieben worden.

Weitergehende Fragestellungen habe ich ausgeklammert. Es hätte auch nahegelegen, die Spätfolgen der unterschiedlichen Aufzuchtweisen zu erforschen. Anhand der Mitteilungen von Harlow und Mitarbeitern scheint es sinnvoll, solche Versuche durchzuführen. Dabei könnte die Frage etwa lauten: Beeinflussen unterschiedliche Aufzuchtweisen (Aufzucht mit, Aufzucht ohne Attrappe) späteres Verhalten wie etwa Aggressionsverhalten, Sozialverhalten, Sexualverhalten oder Brutpflegeverhalten. Es könnte etwa folgende Hypothese im Sinne einer Fragestellung aufgestellt werden: Die Aufzucht junger Tilapien an einer schwarzen Kugelattrappe führt dazu, daß diese Tiere gegenüber möglichen Sexualpartnern artgemäße Verhaltensweisen nicht zeigen. Eine weitere mögliche Hypothese wäre etwa die folgende: Ohne Eltern und ohne Elternattrappe aufgewachsene Tilapien führen keine artgemäße Brutpflege durch.

Bei derartigen Untersuchungen ergäbe sich aber etwa folgende Problematik: Einerseits ist fraglich, ob es Prägungsphänomene in der hauptsächlich bei Entenvögeln gefundenen Weise auch bei diesen Fischen gibt. Damit wäre ein Mißerfolg derartiger Untersuchungen - d.h. Resultate, die die Hypothese nicht bestätigen - möglich. Andererseits ist die Zahl der unter Bedingungen der Aufzucht in Warmwasseraquarien bis zur Geschlechtsreife heranwachsenden Tiere im Vergleich zur Gelegegröße recht gering, es sei denn, man könnte sich Aufzuchtbedingungen herstellen, die ein erfolgreiches Heran-

wachsen unter den gewünschten Bedingungen garantieren. Dies ist zum Teil auch eine Frage der Kosten für die recht aufwendige Technik.

Die dem Titel der Arbeit zugrundeliegende Fragestellung ergab sich aus der Frage nach möglichen Einflüssen eines Heranwachsens von Jungtieren ohne Anwesenheit von Eltern auf die Elternbindung. Diese Fragestellung ergab sich aus der Absicht, im Themenbereich der Eltern-Kind-Beziehungen zu arbeiten.

Die Tatsache, daß überhaupt bei Fischen Brutpflege gegenüber schwimmfähigen Nachkommen erfolgt, ist als Ausnahme anzusehen. Bei den meisten Fischarten ist derartige Brutpflege nicht bekannt. Dies wurde aber ein Grund dafür, bei Fischen die mich interessierende Fragestellung durch Versuche zu bearbeiten. Daß die Experimente mit den drei Arten T.mariae, T.nilotica und T.tholloni durchgeführt wurden, ergab sich daraus, daß in Tübingen bei Prof.Dr. Peters diese brutpflegenden Tiere vorhanden waren. Zwar waren dort auch noch andere Arten vorhanden: z.B. T.mossambica, ein wie T.nilotica weiblich maulbrütender Cichlide; T.zillii, Substratbrüter wie T.tholloni;und T.galilea, eine in beiden Geschlechtern maulbrütende Art sowie T.heudeloti (= macrocephala), eine im männlichen Geschlecht maulbrütende Art, bei der die Brutpflege damit endet, daß das Elterntier die Jungfische aus dem Maul entläßt.

Die Entscheidung für die Versuche mit Tieren der drei Arten ist wie folgt begründet: Mit T.tholloni und T.nilotica haben Peters, Peters und Brestowsky, Brestowsky, Bauer, Dambach und Langescheid schon Versuche durchgeführt. Daher können die von mir zu erbringenden Resultate gegenüber anderen Ergebnissen dieser Arten diskutiert werden. Die Entscheidung für T.mariae ist damit begründet, daß diese Art innerhalb der substratbrütenden Tilapien insofern eine Sonderstellung einnimmt, als die Eier dieser Tiere im Vergleich zur Größe der Eier anderer substratbrütender Tilapien relativ groß sind. Darüberhinaus zeigen die T.mariae Kontaktverhalten (Bauer 1968), das länger zu beobachten ist

als bei T.tholloni. Insgesamt scheinen die T.mariae, die Substratbrüter sind, Eigenschaften zu haben, die es nicht ausschließen, daß sich aus dieser Art heraus Maulbrutpflege entwickeln könnte.

5.1.2. Zur Methode

Die Absicht, Bindungsverhalten von Substrat- und Maulbrüter-Jungfischen vergleichend zu beobachten, machte es nötig, eine Methode des Beobachtens und Protokollierens zu entwickeln, die Verhaltensanteile erfaßt und die zwei Bedingungen erfüllt:

1. Die Verhaltensanteile sollten bei Substrat- und Maulbrüter-Jungfischen vorkommen. Damit schied das Kontaktverhalten, das seiner Intensität nach (Bauer 1968) hauptsächlich bei jungen Tieren der im weiblichen Geschlecht maulbrütenden Cichliden vorkommt, als zu beobachtende Verhaltensweise aus. Bei jungen Substratbrütern ist die Verhaltensweise des Kontaktverhaltens nur schwach ausgeprägt und auf sehr wenige Tage beschränkt (Bauer 1968).

2. Die Verhaltensanteile sollten in irgendeiner Weise quantifizierbar sein. Nach anfänglichen Bemühungen, Verhaltensweisen wie a) Wegschwimmen von und Hinschwimmen zur Attrappe, b) Wendung von der Attrappe weg bzw. zur Attrappe hin zu protokollieren, stellte ist fest, daß derartige Protokolle ohne Zuhilfenahme von Filmaufzeichnungen nicht hinreichend exakt erstellt werden konnten.

Das Beobachten von Jungfischen, die mit ihren Eltern bzw. mit der Mutter zusammen leben, verbot sich deswegen, weil zumindest die T.nilotica-Weibchen unter den angegebenen Zuchtbedingungen in den Aquarien ihre Jungen nicht aus dem Maul entließen. Auch gingen zu viele Gelege ein, wenn die Eltern sich um die Eier bzw. Jungfische kümmerten. Wie weit man durch Veränderung der Haltungsbedingungen hätte Anhilfe schaffen können, vermag ich nicht zu beurteilen. Andererseits gab es schon hinreichend gute Erfahrungen damit, junge Tiere, die künstlich aufgezogen waren, an Attrappen zu setzen und ihr Verhalten gegenüber den Attrappen zu beobachten.

Die Untersuchung von Verhalten an einer Attrappe hat den Vorteil, daß mit quantifizierbaren und in Qualität festlegbaren Reizkörpern gearbeitet werden kann.

In der Literatur zur Erforschung des Verhaltens bei Cichliden werden etliche Attrappenformen beschrieben. Insgesamt zeigte sich, daß junge Cichliden auf Attrappen weitgehend wie auf Elterntiere reagieren: Sie folgen einer Attrappe, schwimmen auf sie zu, Maulbrüter-Jungfische berühren sie, schwimmen sogar in Löcher der Attrappe hinein, etc.

Die Entscheidung für die Verwendung der schwarzen, kugelförmigen Attrappe mit einem Durchmesser von 4,0 cm traf ich im Anschluß an Peters, Bauer und Brestowsky. Diese hatten erfolgreich Bindungsverhalten unter Benutzung derartiger Attrappen ausgelöst.

Eine kugelförmige Attrappe hat - darauf wies Peters (1963b) hin - im Gegensatz zu einer scheibenförmigen oder fischförmigen Attrappe den experimentellen Vorteil, daß Versuchstiere diese unabhängig von ihrem eigenen Aufenthaltsort stets als qualitativ gleiche Reizgestalt wahrnehmen können.

Dies gilt zumindest für Entfernungen unter 50 cm Abstand von der Attrappe. Es liegen bisher keine Untersuchungen vor, aus denen abgeleitet werden könnte, wie weit die jungen Tilapien sehen können. Nach eigenen kursorischen Versuchen ist es wahrscheinlich, daß junge T.nilotica und T.tholloni eine schwarze, vertikal rhythmisch bewegte Attrappe von 4,0 cm Durchmesser aus etwa 50 cm Entfernung noch wahrnehmen können.

Etliche Jungfische der beiden Arten - wie auch junge T.mossambica - setzte ich einzeln in ein zylindrisches Glasgefäß, das in einem 2 m langen Aquarium stand. In 50 cm Abstand von dem Gefäß war eine bewegte Attrappe geboten. Die Auszählung von Aufenthaltshäufigkeiten in dem der Attrappe zugewandten Teil des Glasgefäßes ergab bei 8 bis 10 Tage alten Tieren der genannten Arten Häufigkeiten von etwa 80%. Dieser Befund, der sich von Befunden von Leerversuchen deutlich unterscheidet, spricht dafür, daß die Jungfische die Attrappe wahrgenommen haben. Ob die Bewegungsweise oder die Größe der Attrappe für die vermutete Wahrnehmung entscheidend war, muß unbeantwortet bleiben.

Ob die Tiere, die mit Attrappen aufwuchsen, sich zu diesen so einstellen, wie zu ihren Eltern, kann bezweifelt werden.

Es bietet sich an, hierzu etwa folgenden Versuch durchzuführen: Die Hälfte eines Geleges wächst mit den Eltern auf, die andere Hälfte wächst ab Schwimmbeginn mit Attrappe auf. Nach Abschluß der sensiblen Phase werden die Gelegeteile ausgetauscht. Insbesondere wird beobachtet, wie sich die an der Attrappe aufgezogenen Tiere gegenüber den Eltern verhalten. Erst dann, wenn solche Beobachtungen durchgeführt worden sind, und wenn sich dabei ergeben hat, daß die an der Attrappe aufgewachsenen Tiere sich gegenüber den Eltern so verhalten wie es Tiere tun, die bei den Eltern aufgewachsen waren, könnte eventuell die Aussage formuliert werden, daß die künstliche Aufzucht, insbesondere die Darbietungsweise der Attrappe, zu gleichem Bindungsverhalten führt.

Unterschiede zum Verhalten der Eltern bestehen in mehreren Punkten. Hierbei ist zu unterscheiden zwischen den Verhaltenssyndromen der Brutpflege der Maulbrüter und der Substratbrüter.

a) Maulbrüter im weiblichen Geschlecht
Bei Gefahr und bei Nacht werden Junge ins Maul genommen. Das konnte die Attrappe nicht. Jungfische werden durch Lockbewegungen zur Mutter hin gelockt. Wie weit die kontinuierlich bewegte Attrappe das tat, ist fraglich. Das brutführende Weibchen entfernt sich von der Gruppe, sodaß Jungfische ihr nachfolgen. Die Attrappe tat das nicht.

b) Substratbrüter
Die Jungfische halten sich bei Gefahr und bei Nacht in der Grube auf, die die Eltern ausgehoben haben. Versprengte Jungfische werden im Maul zur Gruppe transportiert und in diese gespuckt. Diese komplexen Verhaltensweisen zeigte die Attrappe nicht.

5.1.3. Zur Aufzucht der Tiere

Die Aufzuchtweisen haben trotz ihrer Unterschiede in der Darbietung der Attrappe eines gemeinsam: Stets werden die Tiere als Gruppe im Aufzuchtgefäß gehalten. Bei dieser Aufzuchtmethode können sich auf Gruppen bezogene Appetenzen,

die die Tiere zu haben scheinen, zumindest im Ansatz realisieren. Es wäre möglich gewesen, die ohne Attrappe aufwachsenden Tiere völlig isoliert aufwachsen zu lassen. Eine Aufzuchtanlage, die solches Aufwachsen auf kleinstem Raum ermöglicht, hat Bauer (1968) entwickelt. Sie scheint von Goude (1971) nachträglich ein zweites Mal erfunden worden zu sein.

Diesen Apparat habe ich nicht benutzt. Er enthält, meines Erachtens nach, Bedingungen, wie sie T.nilotica und andere Maulbrüter-Jungfische während ihres Aufwachsens im Maul des Elterntieres geboten bekommen. Denn folgende Gemeinsamkeiten bestehen:

1. Der Raum ist eng begrenzt.
2. Das Tier ist Strömungsreizen ausgesetzt.

Diese Bedingungen weichen recht stark von Bedingungen ab, die Tiere, die etwa ihre Eltern verloren haben, bewältigen müssen.

In den von mir gewählten Aufzuchtgefäßen wollte ich die Möglichkeit des freien Schwimmens bieten, zumindest was die Durchführung von Schwimmbewegungen betrifft. Dabei habe ich in Kauf genommen, daß die Tiere als Gruppe, also zu mehreren in einem Gefäß aufwachsen. Nachträglich ist aber zu fragen, ob nicht völlige Isolation - noch dazu mit der Möglichkeit des freien Schwimmens - eine Aufzuchtweise gewesen wäre, die zur Folge gehabt haben könnte, daß die Tiere nach Ende der Phase des spontanen Bindungsverhaltens (entsprechend der sensiblen Phase) doch so hohe Abstandswerte eingenommen hätten, daß sie auf Meidetendenz schließen lassen.

Nach den Befunden von Harlow und Mitarbeitern haben sich an jungen Rhesus-Affen die stärksten Beeinträchtigungen im Verhalten erst dann ergeben, als die Affenbabys in völliger Isolation heranwuchsen. Wurden sie so gehalten, daß sie mit anderen Affenbabys zusammen waren, dann waren die Verhaltensstörungen nicht so stark. In dem Maße, wie bei den Affenbabys durch die Anwesenheit von anderen Babys der Effekt der Isolation von der Mutter zu nicht so starken Auswirkungen führte, könnte ein ähnlicher Effekt bezüglich der Jungfische angenommen werden:

Oben wurde anhand der Beobachtungen über das Verhalten der als Gruppen an die Attrappe gesetzten T.mariae die Auffassung vertreten, daß Einzeltiere sich von der Attrappe entfernen, um sich bei einer Gruppe von gleich alten Tieren einzufinden. Die Anwesenheit von anderen Tieren aus dem Gelege bewirkt also, daß Bindungsappetenzen zur Bindung an andere Jungfische zu entsprechenden Endhandlungen führen. Diese Beobachtung scheint nahezulegen, Versuche mit in einem entsprechend großen Schwimmgefäß heranwachsenden und einzeln gehaltenen Tilapien durchzuführen.

5.1.3.1. Zur Aufzuchtweise "ohne Attrappe"

Die ohne Attrappe aufwachsenden Tiere wuchsen, streng betrachtet, nicht unter völlig gleichen Bedingungen heran. Die Zahl der gemeinsam im Schwimmgefäß vorhandenen Tiere war unterschiedlich. Unterschiede der Zahlen ergaben sich einmal daraus, daß

a) relativ wenige - zwischen 5 und 20 - Tiere zusammen aufwuchsen; diese Tiere wurden wiederholt in die Testschale zur Attrappe gesetzt, sowie
b) relativ viele - etwa 100 bis 200 - Tiere zusammen aufwuchsen und von diesen Tieren täglich etliche getestet und anschließend nicht wieder zur Gruppe der heranwachsenden Tiere zurückgesetzt wurden.

Aus den mitgeteilten Ergebnissen der "einmal" und "wiederholt" getesteten Tiere ist die Beobachtung zu erwähnen, daß die wiederholt getesteten Tiere die Attrappe früher verlassen als die einmal getesteten Tiere. Hier ist die Frage zu erörtern, ob dieser Befund nicht auf die Größe der Gruppe zurückzuführen sein könnte, in der die Tiere aufwachsen.

Wenn die Annahme zutreffend sein sollte, daß die mit den Aufzuchtweisen gebotene Möglichkeit, Geschwisterbindung zu realisieren, von den Tieren wahrgenommen wurde - woran ich persönlich keinen Zweifel habe - stellt sich die Frage, ob nicht die Zahl der anwesenden Geschwister als Effekt für die Verlängerung der Reaktionsphase ausgewirkt haben könnte.

Der erwähnte Effekt - unterschiedliches Ende der Reaktionsphase - könnte aber außer auf die Anzahl der Geschwister auch auf die Tatsache der einmaligen bzw. wiederholten Testdurchführung zurückgeführt werden. Es könnte sein, daß bei den wiederholt getesteten Tieren Nachwirkungen der Prozedur des Einfangens auftraten und daß diese die Tiere veranlaßten, sich weiter von der Attrappe zu entfernen.

5.1.3.2. Zur Aufzucht "mit sichtbarer Attrappe"

Die mit "sichtbarer Attrappe" aufwachsenden Tiere konnten von ihrem Schwimmgefäß aus eine Attrappe sehen. Die Attrappe wurde mechanisch bewegt (vgl. Methode). Die Erörterung der Attrappenbewegung erfolgt an anderer Stelle. Hier ist folgendes nachzutragen: In einigen Versuchsreihen protokollierte ich stichwortartig, wo sich zu verschiedenen Zeitpunkten der einzelnen Tage die Tiere in dem Schwimmgefäß aufhielten, in dem sie heranwuchsen. Der Vergleich der Resultate dieser Notizen mit den Resultaten der Tests in der Glasschale liefert teilweise erstaunliche Unterschiede. Daher sei hier ein solcher Vergleich mitgeteilt.

Die für die Versuchsreihe "Test bei zentraler Anordnung der Attrappe" heranwachsenden T.mariae (Resultate vgl. Abb.10) waren nach den Begleitnotizen vom ersten bis zum letzten Versuchstag meist an derjenigen Seite des Aufwuchsaquariums, die der Attrappe zugewandt ist. Dennoch entfernten sich diese Tiere von der Attrappe in der Testschale vom 12.Tag ab Laichdatum recht weit. Diese Beobachtungen enthalten eine Diskrepanz: Im Aufzuchtgefäß zur Attrappe hin orientiert, im Testgefäß von der Attrappe weg. Angesichts dieses Befundes stellt sich die Frage, ob die in der Testsituation im Wasser bewegt gebotene - und damit Druck- bzw. Strömungsreize liefernde - Attrappe die Tiere zu so großem Abstand veranlaßte. Es könnte sein, daß die Tiere, da sie es nicht kannten, daß die Attrappe derartige Reize liefert, sie daher nicht aufsuchten. Andererseits war das Wasser im Aufzuchtgefäß nicht frei von Druck- und Strömungsreizen: Über den Wasserheber strömte - durchaus nicht gleichmäßig - Was-

ser in das Aufzuchtgefäß hinein. Dabei haben die Tiere Druck- und Strömungsreize wahrnehmen können, die allerdings nicht von der Attrappe ausgingen.

Damit, daß die Tiere in ihrer Appetenz zur Attrappe hin sich häufig an der Glaswand aufhielten, hinter der die Attrappe zu sehen war, könnte es sein, daß die Berührung der Wand - in Koppelung mit der visuellen Wahrnehmung der Attrappe - im Sinne einer konditionierten Reaktion "besetzt" wurde. Dann wäre anzunehmen, daß die hohe Aufenthaltshäufigkeit an der Wand darauf zurückgeführt werden könnte, daß die Tiere sich auf die Anwesenheit an der Wand dressiert hätten. Die Möglichkeit, daß eine solche Dressur erfolgte, ist nicht auszuschließen. Ich halte sie aber auch nicht für sehr wahrscheinlich. Denn: Wenn die Attrappe der Reiz ist, der als unconditioned stimulus wirkt und den conditioned stimulus "Aufenthalt an der Wand" erzeugt, ist anzunehmen, daß die Reaktion in der Testsituation auf den unconditioned stimulus erfolgt wäre, daß also die Tiere sich bei der Attrappe eingefunden hätten. Da sie das ab dem 12.Tag nicht taten, ist die Annahme einer von der Wirkung der Attrappe unabhängigen Grenzflächen-Appetenz wahrscheinlicher.

Ein weiterer Effekt könnte mit der Aufzuchtweise "sichtbare Attrappe" gegeben sein: Ortsdressur auf einen Mindestabstand, wie er in der Aufzuchtanlage gegeben war. Die Attrappe war bei dieser Aufzuchtvariante 15 cm von der Glaswand entfernt. Es könnte sein, daß die Tiere sich auf einen so großen Abstand eingestellt haben. Dem genannten Abstand entsprechen bei zentraler Anordnung der Attrappe 9 Abstandseinheiten. Bei dezentraler Anordnung ergeben sich 5,5 Abstandseinheiten. Der Vergleich dieser Werte mit den tatsächlich erhaltenen Werten ergibt für ältere Tiere eine beachtliche Übereinstimmung, die aber nicht unbedingt für eine solche Ortsdressur sprechen muß: Gerade 15 cm ist die Wand von der Attrappe bei der zentralen Anordnung der Attrappe entfernt; bei dezentraler Anordnung betragen die Abstandswerte der Leertests etwa 15 cm. Die Annahme einer solchen Ortsdressur halte ich aber angesichts der hohen Abstände der mit Attrappe aufgewachsenen Tiere (ab 13.Tag bei Test mit zentraler Attrappe) für unwahrscheinlich.

5.1.2.3. Zur Aufzucht "mit Attrappe"

Bei den beiden Aufzuchtvarianten "mit Attrappe" - Attrappe stehend wie auch bewegt geboten - konnten die Tiere etliche Verhaltensweisen gegenüber der Attrappe zeigen, die sie in Beziehung zum Elterntier hätten zeigen können. Zumindest hat diese Aufzuchtweise sie nicht daran gehindert, folgende Bewegungen in Bezug auf die Attrappe durchzuführen: Sie konnten sich der Attrappe nähern, sie berühren, sich von ihr entfernen und in höchstens 16 cm Entfernung verweilen. Sie konnten sich unter der Attrappe zusammenscharen, sich einzeln oder als Gruppe in ihrer Nähe aufhalten und sich als Reaktion auf Störreize, wie sie beim Reinigen und Herausfangen auftraten, bei der Attrappe einfinden.

Wie weit die Tiere von diesen Möglichkeiten im Einzelfall Gebrauch gemacht haben, kann ich nicht quantitativ angeben. Begleitende Beobachtungen haben aber erkennen lassen, daß die Tiere alle erwähnten Verhaltensweisen irgendwann einmal zeigten.

Die Attrappe war, entsprechend der gewünschten Aufzuchtweise, bewegt oder stehend geboten.

Bei bewegt gebotener Attrappe war die Bewegungsweise, wie angegeben durch die Sinus-Schwingung mit f = 1 Schwingung pro Sekunde und einer Amplitude A_o = 0,5 cm als Schwingung am Ort zu bezeichnen. Diese Angaben schließen nicht aus, da die Attrappe von oben in das Aufzuchtgefäß hineinhing, daß die Attrappe nicht manchmal - etwa beim Herausfangen von Tieren - zusätzlich Pendelbewegungen im Wasser durchführte.

Die Darbietung der Attrappe, stationäre Sinus-Schwingung, dürfte die Auffälligkeit der Attrappe gegenüber der nicht schwingenden erhöht haben. Zudem dürften die T.nilotica es vergleichsweise schwer gehabt haben, die Attrappe im Dauerkontakt, d.h. in minutenlanger Berührung, zu umschwimmen. Durch die Bewegung der Attrappe müssen die T.nilotica zur Durchführung von Kontakten mehr orientierende und orientierte Bewegungen durchgeführt haben als an stehender Attrappe. Darüberhinaus dürfte die Bewegung der Attrappe sowohl

optisch wie auch lateralis-spezifisch auffälliger sein als die nicht bewegte. Da das Wasser in den Aufzuchtgefäßen über die Wasserheber bewegt wurde, dürften sich die Bewegungen der Attrappe als Ursache für Druck- und Strömungsreize beim Aufwachsen kaum deutlich bemerkbar gemacht haben. Lediglich Tiere, die sich in unmittelbarer Nähe der bewegten Attrappe befanden, dürften solche Reize stärker als die von dem einströmenden Wasser bedingten wahrgenommen haben.

Nach Kuenzer (1967) verliert die Bewegung der Attrappe die ihr zukommende auslösende Wirkung, wenn die Attrappe ständig und gleichmäßig bewegt wird. Zumindest scheint dies der Fall zu sein, wenn junge Zwergcichliden Nannacara anomala getestet werden. Kuenzer bot daher die Attrappe teils stehend, teils ruckartig bewegt. Eine diskontinuierliche Bewegung der Attrappe wurde Tilapia-Jungfischen bisher noch nicht geboten, wohl aber ein Wechsel von stehender und sinusförmig bewegter Attrappe (Berns und Peters, in Vorb.). Die Bewegungsrichtung der Sinus-Schwingung ist die Vertikale. Schwingungen in horizontaler Richtung sind bisher auch noch nicht durchgeführt worden. Der Grund dafür dürfte hauptsächlich darin liegen, daß die vertikale Bewegung vergleichsweise einfach zu erreichen ist, sowie darin, daß am vertikal bewegten vertikal hängenden Perlonfaden kaum beachtliche Turbulenzen auftreten. Angesichts dessen, daß die call movements etwa bei T.mariae darin bestehen, daß das Elterntier ruckartige horizontale Bewegungen mit dem Kopf ausführt, wären Versuche zur auslösenden Wirkung derartiger Bewegungen angebracht. Es könnte sein, daß derartige durch eine Attrappe simulierte Bewegungen die Jungtiere zu spezifischen Bewegungen veranlassen. So etwa könnten junge Substratbrüter zu den Bewegungen veranlaßt werden, die etwa von Bauer (1968) als Reaktion auf call movements beschrieben wurden: Zusammenscharen und Verweilen am Boden unter der Attrappe.

Bei der als "Aufzucht mit stehender Attrappe" bezeichneten Aufzuchtweise hing eine Attrappe von oben in das Aufzuchtgefäß hinein. Diese Attrappe war nicht mechanisch bewegt und blieb am Ort; allerdings kam es vor, daß sie durch Be-

rührung von Netz oder Pipette - also beim Herausfangen von Tieren - angestoßen wurde. Dann ergaben sich stark gedämpfte Pendelbewegungen. Wegen der Reibung der Attrappe am Wasser waren derartige Bewegungen aber so stark gedämpft, daß sie sehr schnell wieder abklangen.

Wie schon bei der bewegt gebotenen Attrappe erwähnt, konnten die Tiere sich frei an und bei der Attrappe bewegen. Angesichts dessen, daß die nicht bewegte Attrappe für ein T.nilotica leicht zu berühren war, sowie daß sie relativ leicht im Dauerkontakt umschwommen werden konnte, besteht ein Unterschied zur bewegten Attrappe. Auch dürften von der nicht bewegten Attrappe keine Druck- und Strömungsreize ausgegangen sein, wenn von den erwähnten Pendelbewegungen der Attrappe abgesehen wird.

Die erwähnten Unterschiede zwischen der stehend gebotenen und der bewegt gebotenen Attrappe werden bezüglich ihrer möglichen Auswirkung auf die Abstände der Tiere an anderer Stelle im Zusammenhang mit entsprechend modifizierter Darbietung der Attrappe in der Testschale zu besprechen sein.

5.1.4. Zur Testanlage

Die Tiere wurden zur Bestimmung ihrer Abstände gegenüber der Attrappe in die Glasschale eingesetzt, in der sich die Attrappe - sei es bewegt oder nicht bewegt, sei es zentral oder dezentral - befand. Lediglich in den Leertests befand sich keine Attrappe in der Glasschale. Die Glasschale stand auf einer Glasplatte, unter der eine Schablone lag. Die Glasschale stand in dem beschriebenen Kasten, der auch die Beleuchtungskörper enthielt. Die Tiere wurden über einen Spiegel aus einer Entfernung von etwa 1,15 m bis 1,25 m beobachtet.

Diese Testanlage enthält einige Bedingungen, die möglicherweise das Verhalten der Tiere oder auch die Bedingungen für die Gewinnung der Abstandswerte beeinflußt haben.

Innerhalb des Kastens waren vier Glühbirnen á 15 Watt angebracht. Die Orte der Birnen waren dadurch bestimmt, daß über

den Spiegel in die Glasschale hineingesehen werden sollte, ohne daß Spiegelungen der Glühbirnen - sei es an der Wasseroberfläche, sei es an der nicht verspiegelten Wand- und Bodenfläche der Glasschale - die Erkennbarkeit der Tiere beeinträchtigen sollten. Dies wurde erreicht durch die beschriebene Anordnung der Birnen.

Allerdings mußte dabei in Kauf genommen werden, daß die mit weißer Pappe umkleidete Wand der Glasschale Schatten in die Glasschale hineinwarf. Außerdem zeigten sich - besonders gut erkennbar, wenn nur eine von den 4 Birnen leuchtet - daß das Licht der Birnen von der inneren Wand der Glasschale reflektiert wird. Sowohl Schatten wie auch Reflexe stellen optische Reize dar. Wieweit diese die Aufenthaltsorte der Tiere beeinflußt haben, ist kaum anzugeben. Damit, daß 4 Glühbirnen symmetrisch angeordnet waren, ist anzunehmen, daß zumindest keine einseitige Beeinflussung erfolgt ist. Die Angaben über die Aufenthaltsorte bei der Schablone entsprechend zentraler Anordnung der Attrappe scheinen dafür zu sprechen, daß die Tiere sich zumindest entsprechend den Richtungen annähernd gleichmäßig verteilt haben.

Wie durch Fotos zu belegen ist, war in der Nähe der Wand die Helligkeit des Bodens infolge der Schatten der Wand etwas geringer als in der Mitte der Schale. Wenn die jungen Tilapien - entsprechend der Beobachtung von Breder (1934) an Aequidens latifrons - einen negativen Heliotropismus haben, wäre es denkbar, daß zumindest ein Teil der Aufenthaltshäufigkeit in der Nähe der Wand der Tatsache zuzuschreiben ist, daß es dort dunkler war als im Zentrum der Glasschale. Allerdings ist es nicht anzunehmen, daß sich dieser negative Heliotropismus - sofern er vorhanden ist - stark ausgewirkt hat. Kursorische Versuche, bei denen die Glasschale nicht umkleidet war, führten nicht zu niedrigeren Aufenthaltshäufigkeiten im Bereich der Wand.

Die Schattenbildung wäre zwar zu vermeiden gewesen, wenn die Beleuchtungskörper nicht seitlich oberhalb der Glasschale angebracht worden wären. Allerdings wären dann Reflexe aufgetreten, die es erschwert hätten, die Tiere zu erkennen.

Erste Vorversuche führte ich in einer Vorform der später benutzten Testanlage durch: Die Glasschale steht innerhalb eines innen weiß ausgekleideten Zylinders von 40 cm Durchmesser und 60 cm Höhe. Unter der Glasschale liegt eine weiße Pappe. Senkrecht oberhalb der Wand der Glasschale sind 2 Glühbirnen angebracht, die keine Schatten werfen. Die bewegte Attrappe ist dezentral angeordnet. Obwohl sich bei dieser Anordnung Reflexe ergaben, protokollierte ich Abstandswerte von T.mossambica und T.zillii. Diese Werte wurden pro Tier und Tagesgruppe zu Durchschnittswerten (arithmetischen Mittelwerten) zusammengefaßt. Anhand dieser Mittelwerte läßt sich wie bei den dargelegten Ergebnissen auf ein Ansteigen der Werte mit dem Alter schließen.

Durch Benutzung einer entspiegelten Glasschale oder eines Plastikgefäßes hätten die Spiegelungen eingeschränkt werden können. Jedoch wäre damit die Benutzung einer Schablone unter dem Gefäß zur Schätzung des Abstandes hinfällig geworden. Kursorische Beobachtungen unter Verwendung einer weissen und innen matten Plastikschale erbrachten den Befund, daß die Tiere sich auch bei nicht spiegelnder innerer Grenzfläche bevorzugt am Rand aufhalten.

Es ist anzunehmen, daß die mit der Anbringung der Glühbirnen verbundenen Reflexe und Schatten die Versuchstiere nicht daran gehindert haben, ihren Aufenthaltsort entsprechend ihrer Einstellung zur Attrappe einzunehmen.

Die benutzten 4 Glühbirnen hatten je eine Helligkeit von 12 000 Lux, gemessen mit einem käuflichen Belichtungsmesser. Aus 1,20 Meter Entfernung war die Helligkeit der Glasschale, gemessen bei mit Wasser gefüllter Schale und betrachtet über den Spiegel, mit 44 Lux anzugeben. Dementsprechend mußte zum Fotografieren ein besonders empfindlicher Film benutzt werden, da wegen der zum Teil hohen Geschwindigkeit, mit der sich einzelne Tiere fortbewegten, eine Öffnungszeit von 1/125 sec angebracht schien. Der Film Ilford HP4 lieferte bei Blende 4 und 1/125 sec Belichtung hinreichend klare Negative, auf denen Tiere zu erkennen waren.

Die Glasschale mit ihrem Durchmesser (innen) von 29,4 cm und einer Höhe des eingefüllten Wassers von etwa 9,0 cm wurde von oben unter Benutzung eines Spiegels aus 1,15 cm bis 1,25 cm Entfernung betrachtet. Der Spiegel war oberhalb des Mittelpunktes der Glasschale unter einer Neigung von 45^{o} befestigt.

Bei dieser Anordnung war es möglich, von oben in das Innere der Schale hineinzublicken. Dabei ergab sich, daß infolge der Parallaxe die Abstandsbereiche keine vertikale Begrenzung durch die Kreise bzw. Kreisbögen der Schablone hatten. Vielmehr waren die durch Parallaxe bedingten Abweichungen vom Zentrum der Glasschale zu der Wand fortschreitende Neigungen der Blickrichtung. Damit sind die Abstandsbereiche auch nicht als in der vertikalen Richtung senkrecht begrenzte Bereiche anzusehen. Die Berechnung (ohne Berücksichtigung der durch Brechungsindizes an den Grenzflächen Luft-Wasser, sowie Wasser-Glas und Glas-Luft auftretenden Abweichungen von der Vertikalen) ergab, daß die Verbindungslinie zwischen a) dem Auge des Betrachters und b) der Grenze zwischen waagerechter Boden- und senkrechter Wandfläche der Glasschale die Wasseroberfläche bei 9,0 cm Höhe des Wassers in 1,3 cm Abstand von der Wand schneidet. Die Fotos lassen erkennen, daß bei Projektion 1:1 die 10 cm hohe Wandfläche als ca. 1,2 cm breiter Ring erscheint.

Es ist zu fragen, ob die durch die Parallaxe bedingten Abweichungen der Bereichsform zu Verfälschungen der Abstandshäufigkeiten geführt haben. Grundsätzlich ist damit durchaus zu rechnen. Aber es ist nicht anzunehmen, daß der Parallaxeneffekt sehr großen Einfluß auf die Abstandswerte hatte. Denn einerseits ist die mit Parallaxe bedingte Fehleinschätzung des Abstandes um so größer, je näher sich das Tier bei der Wasseroberfläche aufhält. Andererseits hatte ich aber den Eindruck, daß die Tiere sich meist nahe dem Boden aufgehalten haben. Eine genaue Angabe über die Entfernungen zwischen Bodenfläche und Aufenthaltsort des Tieres konnte ich bei der Beobachtung von oben nicht liefern. Es bietet sich an, in Versuchen gezielt zu beobachten, in welcher Höhe die Tiere

im Wasser schwimmen. Die Beobachtungen könnten ergeben, das entspricht meiner Einschätzung anhand der durchgeführten Versuche, daß die Tiere sich überwiegend am oder nahe bei dem Boden bewegen.

Unter der Annahme, daß der auf Parallaxe zurückgehende systematische Fehler wegen überwiegendem Aufenthalt nahe dem Boden nicht allzu groß ist, habe ich diesen Effekt bei der Auswertung bzw. bei der Berechnung der Bereichsgrößen nicht berücksichtigt.

5.1.5. Zur Durchführung der Versuche

Die Fische wurden aus den Aufzuchtgefäßen mit Hilfe eines feinmaschigen Netzes und einer Pipette herausgefangen. Jüngere Tiere - bis etwa 3.Tag ab Schwimmbeginn - konnten mit dem Netz leichter gefangen werden als ältere. Mit der Pipette ließen sich ganz junge Tiere fangen, insbesondere, wenn sie noch nicht voll schwimmen konnten. Ältere Tiere führten Fluchtbewegungen durch, wenn das Netz oder die Pipette ins Wasser getaucht wurde. Diese Tiere konnten nur gefangen werden, indem sie mit Hilfe des Netzes in eine Ecke des Aufzuchtgefäßes gedrängt wurden und dort sehr schnell in die Pipette aufgesaugt wurden.

Diese Schilderung mag erkennen lassen, daß etwa drei Tage nach Schwimmbeginn die Fähigkeit zu Fluchtbewegungen so stark entwickelt ist, daß es zunehmend schwerer wurde, die Tiere zu fangen. Fluchtbewegungen waren auch dadurch auszulösen, daß z.B. die vor den Aufzuchtgefäßen stehende PVC-Platte, die als Sichtblende dienen sollte, fortgenommen wurde. Der plötzliche optische Reiz ließ die Tiere den hinteren Teil des Aufzuchtgefäßes aufsuchen. Mit Attrappe aufwachsende T.nilotica fanden sich dann bald bei der Attrappe ein, junge Substratbrüter versammelten sich am Boden.

Je weniger Tiere sich im Aufzuchtgefäß befanden, desto schwieriger war es, einzelne Tiere herauszufangen. Es liegt nahe, daß beim Herausfangen eine Auslese nach der Fluchtfähigkeit zustande kam: Weniger fluchtfähige Tiere wurden eher gefan-

gen als besser flüchtende. Ob sich diese Auslese auf die individuellen Abstandsmediane ausgewirkt hat, das bedeutet ob die stärker entwickelte Fluchtfähigkeit mit niedrigeren oder aber höheren Abstandswerten korrelierte, wurde nicht überprüft. Es liegt nahe, die Entwicklung der Fluchtfähigkeit in Bezug auf die Attrappe genau zu untersuchen, zumal Hess (1959) bei Entenküken beobachtete, daß Fluchtbewegungen gegenüber der Attrappe auf das Ende der sensiblen Phase hindeuten bzw. deren Ende bilden.

Ein Tier, das aus dem Aufzuchtgefäß mit Hilfe der Pipette herausgefangen wurde und sich in der Pipettenkugel befand, wurde in der Pipette in die Testschale eingebracht. Dabei bemühte ich mich stets, das Tier im Abstandsbereich 4 oder 5 aus der Pipette zu entlassen. Anhand der ersten Bewegungen konnte man schon bald die im Test erfolgenden Abstandsereignisse abschätzen: Etliche Tiere schwammen sofort zur Attrappe hin. Dies war insbesondere bei jüngeren und an der Attrappe aufgewachsenen Tieren zu beobachten. Andere schwammen, wie es scheint, gezielt von der Attrappe weg, gerieten an die Wand und blieben dort. Andere wieder verharrten ruhend, d.h. ohne daß über den Spiegel aus 1,20 cm Entfernung Bewegungen der Tiere erkannt werden konnten.

Zwischen dem Einsetzen der Tiere in die Testschale und dem Beginn des Protokollierens vergingen etwa 15 bis 30 Sekunden. Angesichts dessen, daß etliche Tiere direkt nach dem Einbringen in die Testschale ruhten bzw. irgendwohin schwammen und ab Beginn des Protokollierens ruhten, hätte es nahe gelegen, Aufenthaltsorte bzw. Abstandsangaben erst dann zu protokollieren, wenn die Tiere sich "normal" schwimmend bewegten. Diese Forderung wäre damit zu begründen, daß die Auffassung, die ruhenden Tiere würden Abstandswerte liefern, die kaum einen Schluß auf ihre Bindung zulassen, vertreten wird. Dieses Argument - so richtig es sein mag - konnte nicht im angegebenen Sinn berücksichtigt werden.

Aus Erfahrungen der Vorversuche hatte ich mich auf eine Testzeit von 5 Minuten pro Tier festgelegt. Diesen Faktor, die Aufenthaltsdauer der Tiere in der Testschale, konstant zu

halten, habe ich mich bemüht, insbesondere um die ohne Attrappe aufgewachsenen wie auch die mit sichtbarer Attrappe aufgewachsenen Tiere nicht zu lange der Attrappe auszusetzen. Denn es wäre denkbar, daß diese Tiere sich durch längere Anwesenheit an der Attrappe an diese binden könnten.

Die Beobachtung, daß Tiere auch ruhten, die ~~sich~~ schon für Zeiten von etwa ein bis drei Minuten in der Testschale schwammen , kompliziert den Sachverhalt insofern, als allein durch das Abwarten bis zum Ende anfänglichen Ruhens nicht erreicht werden könnte, daß nur Aufenthaltsorte von sich bewegenden Tieren protokolliert worden wären. Für den Fall, daß ein Tier im Laufe der Testzeit zu ruhen beginnt, hätte ebenfalls mit einer längeren Verweildauer des Tieres in der Testschale und damit unter Einfluß der sich bewegenden Attrappe gerechnet werden müssen. Ein solch längeres Verbleiben wurde im Sinne einer normierten Versuchsdurchführung abgelehnt.

Es hätte aber noch folgender Weg beschritten werden können: Die Verweildauer der Tiere in der Testschale wird auf etwa 15 Minuten festgesetzt, die ersten zehn Minuten werden den Tieren zur Eingewöhnung in die Situation gewährt. Nach Ablauf dieser 10 Minuten werden die Aufenthalts- bzw. Abstandsangaben der sich bewegenden Tiere protokolliert. Hierbei wäre es möglich gewesen, die Attrappe erst nach Ablauf der Eingewöhnungszeit von 10 Minuten in die Testschale einzubringen. Eine solche Prozedur hätte aber einerseits recht viel Zeit pro Tier verbraucht, und es hätten nicht so viele Tiere an einem Tag getestet werden können wie bei einer auf 5 Minuten festgelegten Testdauer. Dieser arbeitsökonomische Aspekt war ein Faktor für die Entscheidung gegen eine Eingewöhnungszeit. Andererseits wäre es auch denkbar, daß Tiere, die sich ohne Attrappe in der Testschale befinden, sich an die Wand bewegt hätten und bei dieser geblieben wären. Dies hätte zumindest die Abstandswerte der mit zentral angeordneter Attrappe getesteten Tiere stark beeinflussen können.

Die Angaben zu Aufenthaltsort bzw. Abstand des Tieres wurden unter Zuhilfenahme der genannten Schablonen und eines Tonband-Zeitgebers gewonnen, wie im Abschnitt Methoden beschrieben.

Die fotografische Methode des Protokollierens lieferte a) Negative, auf denen jeder Fisch als heller kurzer Strich zu erkennen war sowie b) die Begleitprotokolle. Anhand der Form des Strichs, an einem Ende verdickt, konnte sogar die Lage von Kopf bzw. Schwanz ausgemacht werden. Die Auswertung dieser Negative war nur dann schwierig, wenn der Fisch auf dem Negativ nicht zu erkennen war. Durch Vergleich mit dem während des Fotografierens diktierten Begleitprotokolls wurde in Erfahrung gebracht, ob sich der Fisch unter der Attrappe aufgehalten hatte. Diese Vergleiche ergaben, daß Fische lediglich dann, wenn sie zum Zeitpunkt der Aufnahme unter der Attrappe waren, nicht im Negativ zu erkennen waren. Hatte ein Tier sich schnell bewegt, war es stets wenn auch als undeutlicher Strich zu erkennen.

Die Negative mit den als Gruppen eingebrachten Tieren liessen sich recht leicht auswerten. Allerdings wurde es schwierig, Tiere zu erkennen, wenn sie so übereinander standen, daß sie sich teilweise gegenseitig überdeckten. Anhand der Figur bzw. Figurenteile konnten aber auch dann die Tiere erkannt werden, wenn eines das andere teilweise verdeckte. Spätestens dann, wenn die jeweilige Zählung der erkannten Tiere eine Summe von weniger als der Zahl der eingesetzten 20 Tiere erbrachte, wurden Tiere gesucht, die von anderen überdeckt wurden. Waren etwa nur 19 Tiere zu erkennen, wurde der Abstand "Null" für das zwanzigste Tier erst dann protokolliert, wenn aus einer der späteren Aufnahmen hervorging, daß das Tier sich von der Attrappe weg zur Gruppe hin bewegte

Bei der nichtfotografischen Registrierung der Abstände bzw. Aufenthaltsorte ist zu bedenken, daß sich methodische Fehler aufgrund folgender Bedingungen eingeschlichen haben könnten: Das Beobachten des Tiers und das Protokollieren des Ortes alle 5 Sekunden erforderte, daß der Blick zwischen dem Objekt und dem Protokollblatt ständig hin und her gehen mußte. Durch entsprechende Beleuchtung im Beobachtungsraum wurde erreicht, daß die über den Spiegel vom Inneren der Testschale wahrgenommene Helligkeit mit der Helligkeit des Protokollpapiers hinreichend übereinstimmte, sodaß durch Anpassung

an unterschiedliche Helligkeitswerte keine Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit der Augen eintrat. Jedoch mußten sich die Augen wiederholt auf unterschiedliche Entfernungen einstellen: Fisch und Schablone waren etwa 1,20 m weit vom Auge entfernt, das Protokollblatt etwa 60 cm weit. Bei etlichen Versuchsreihen wurde außer den Ziffern, die den Abstandsbereich bezeichneten, auch noch weitere Angaben protokolliert. So wurden Buchstaben r und m notiert, wenn sich der Fisch nahe dem Rand (r) oder mehr in der Mitte (m) der Glasschale befand. Durch andere Symbole wurde das Ruhen, Liegen und Rasen der Tiere protokolliert. Bei etlichen Versuchen bei zentraler Anordnung der Attrappe wurden zusätzlich zu den Abstandsziffern auch noch Buchstaben a bis h protokolliert, die angaben, in welcher Richtung sich das Tier aufhielt. Die Zeitspanne von 5 Sekunden war also so knapp bemessen, daß sie zum Protokollieren der genannten Einzelheiten gerade ausreichte.

Die Ergebnisse der fotografierten T.mariae-Einzeltiere wurden im Vergleich mit den Werten der per oculo wahrgenommenen Tiere betrachtet. Dabei ergaben sich anhand der Abstandsmediane keine wesentlichen Unterschiede. Dieser Befund wurde als Anhaltspunkt dafür angesehen, daß die Linien auf der Schablone keinen Einfluß auf die Abstandswerte zu haben scheinen. Da aber Aufenthaltsorte einerseits alle 10 Sekunden fotografiert und andererseits alle 5 Sekunden notiert wurden, ergibt sich die Frage, ob das Protokollieren im zeitlichen Abstand von 5 Sekunden wirklich notwendig war. Die Auswertung einzelner Protokolle anhand von je 10 sec nacheinander protokollierten Abstandswerten ergab, daß sich die erhaltenen Mediane kaum voneinander unterscheiden. Es war aber wünschenswert, so viele Werte wie möglich pro Zeitspanne von 5 Minuten zu erhalten. Daher wurde die genannte Methode, alle 5 sec zu protokollieren, beibehalten.

Es ist denkbar, daß beim Protokollieren irrtümlich falsche Ortsangaben notiert wurden. Nach Untersuchungen, die von Psychologen unter der Frage nach der Beeinflussung von Wahrnehmungsinhalten durch Wahrnehmungserwartungen durchgeführt

wurden, ist mit derartigen Fehlern zu rechnen. Solche Wahrnehmungsverfälschungen können nicht ausgeschlossen werden, solange derjenige, der Hypothesen entwickelt und entsprechende Versuche plant, identisch ist mit demjenigen, der beobachtet und die Protokolle anfertigt. Doppel-Blindversuche könnten derartige durch Erwartungshaltungen bedingte Fehler vermeiden helfen. Nachträglich läßt sich anhand der vorliegenden Protokolle kein Beweis für Protokollierfehler erbringen. Es bleibt nur zu hoffen, daß die Einstellung, objektiv zu protokollieren, allzu gravierende Fehler dieser Art nicht entstehen ließ.

5.1.6. Zur Darbietung der Attrappe

In den Tests wurden die Tiere - sei es einzeln, sei es als Gruppe - in die Testschale gesetzt, die eckig oder rund war und in der die Attrappe nicht vorhanden war oder aber im Zentrum oder nahe der Wand angeordnet war. Zur Begründung der verschiedenen Darbietungsweisen der Attrappe finden sich einige Formulierungen im Methodenkapitel.

Versuche ohne Attrappe führte ich durch, um zu erfahren, wo sich die einzeln getesteten Tiere aufhalten, wenn sie keine Möglichkeit haben, sich an einer Attrappe zu orientieren. Die Ergebnisse dieser Versuche lassen sich mit Ergebnissen vergleichen, die bei anwesender Attrappe protokolliert wurden. Aus derartigen Vergleichen lassen sich Aussagen über Verhaltenstendenzen gegenüber der gebotenen Attrappe absichern.

Daß die ohne Attrappe getesteten Tiere sich vorwiegend nahe der Wand sowie in Ecken aufhalten, ist als Ausdruck der schon von Kühme (1962) erwähnten Grenzflächenappetenz anzusehen. Bretsowsky führte in einer Glasschale mit Attrappe im Zentrum, allerdings in einer Dunkelfeldanordnung, Versuche durch. Er meinte, daß Tiere, die sich vorwiegend an der Wand aufhalten, die Attrappe meiden. Er berichtet nicht über Leerversuche. Meines Erachtens nach ist dieser Schluß von überwiegendem Aufenthalt nahe der Wand auf die Tendenz Meideverhalten nicht zwingend. Zumindest ist die Stringenz dieses

Schlusses nicht überzeugend, wenn Ergebnisse von Leerversuchen bedacht werden. Zur Begründung der Auffassung, ältere ohne Attrappe aufgewachsene T.nilotica würden die Attrappe meiden, schildert Brestowsky Ergebnisse von Beobachtungen, nach denen solche Tiere, wenn man sie in der Nähe einer Attrappe schwimmen läßt, von der Attrappe bis auf etwa 50 cm Entfernung weit wegschwimmen. So einleuchtend hier der Schluß auf Meidetendenz sein mag, könnten doch andere Appetenzen, wie etwa nach Geschwistern zum gleichen Verhalten führen.

Ist die Attrappe in der Testschale vorhanden, lassen sich von einem Tier oder einer Gruppe von Tieren eingenommene Abstände zur Attrappe bedingt als Ausdruck von Bindungszuständen gegenüber der Attrappe interpretieren. Daß bei solchen Versuchen die Möglichkeit besteht, daß anderweitige Appetenzen die Aufenthaltsorte mit bestimmen, ist nicht auszuschließen. Hinweise auf solche Appetenzen ergaben sich aus etlichen Versuchen: Bei zentraler Anordnung der Attrappe wurde deutlich, in welchem Ausmaß die Appetenz nach Aufenthalt an der senkrechten Wand bzw. der räumlichen Kante das Verhalten mit beeinflußt. Anhand der Beobachtung, daß T.mariae von der Attrappe aus wegschwimmen und sich einer Gruppe von Geschwistern anschließen, wenn eine solche vorhanden ist, aber zur Attrappe zurückkehren, wenn keine Gruppe von Geschwistern vorhanden ist, mag geschlossen werden, daß Appetenz nach Aufenthalt bei einer Jungfischgruppe als weiterer abstandsbestimmender Faktor berücksichtigt werden muß. Weiterhin könnten Appetenz nach Ruhe wie auch nach Bewegung, nach Strömungsreizen und Beute vorhanden gewesen sein. Wie stark derartige Appetenzen die einzelnen Aufenthaltsorte mit bestimmt haben können, ist nicht mit Sicherheit anzugeben. Allerdings wurde durch Einhaltung annähernd gleicher Versuchsbedingungen versucht, derartige Faktoren konstant zu halten. Daß unabhängig von den Versuchsbedingungen damit gerechnet werden muß, daß Appetenzen sich in Verbindung mit dem Alter der Tiere ändern, wird deutlich, wenn etwa die Ergebnisse von Dambach (1963) betreffend das Verhalten in der Schar bedacht werden, wie auch, wenn an Ergeb-

nisse von Hess (1959) erinnert wird, der feststellte, daß etwa die Fähigkeit zu Fluchtverhalten sich mit dem Alter junger Entenküken entwickelt.

Der Einfluß der Bewegung der Attrappe wird an anderer Stelle erörtert. Hier sei nur noch mitgeteilt, daß eine bewegte, aber nur optisch wahrnehmbare Attrappe Bindungsbewegungen auslösen kann: Begleitende Beobachtungen der mit sichtbarer Attrappe aufwachsenden Tiere ließen erkennen, daß die Tiere sich hauptsächlich in der Hälfte des Aufzuchtgefäßes aufhalten, das der Attrappe zugewandt ist. In einer Situation, in der die Tiere die Attrappe lediglich optisch wahrnehmen konnten, hielten sie sich - soweit aus stichprobenartigen Beobachtungen zu erkennen war - hauptsächlich und mehrheitlich nahe der Glaswand des Schwimmgefäßes auf, hinter der die bewegte Attrappe geboten war.

Einzelne Beobachtungen in kursorischen Vorversuchen zeigten, daß auch einzelne Tiere durch die lediglich optisch wahrnehmbare Attrappe zu Verhaltensweisen veranlaßt wurden, die sich als Ausdruck von Bindungstendenzen interpretieren lassen: Junge T.tholloni und T.nilotica, die ohne Attrappe aufgewachsen waren, setzte ich in die runde Glasschale, die nicht mit weißem Papier umhüllt war. In 5 cm Abstand neben der Glasschale wurde die Attrappe stationär mit vertikalen Schwingungen geboten. Über mehrere Tage hin hielten sich die einzeln in die Glasschale eingesetzten Tiere hauptsächlich an dem Ort auf, der der Attrappe nahe war.

Die mitgeteilten Beobachtungen lassen darauf schließen, daß die optischen Reize ausreichen, die Tiere zu Bindungsverhalten zu veranlassen. Bauer (1968) berichtet über Versuche mit geblendeten Jungfischen. Auch Peters und Berns (in Vorb.) führten Versuche mit geblendeten Tieren durch. Bauers Beobachtung, nach der beidseitig geblendete T.nilotica auf die Attrappe bezogene Bewegungen durchführten, wenn sie in die Nähe der Attrappe kamen, legen zwar die Annahme nahe, daß auch lateralisspezifische Wahrnehmungen im Bindungsverhalten eine Rolle spielen, bestätigen aber gleichzeitig die

ervorragende Bedeutung der Sehfähigkeit - und damit opti-
cher Reize - für das Bindungsverhalten.

.1.7. Zur Eingrenzung des Alters

ie Tiere der drei Arten wurden frühestens drei Tage vor
hrem Schwimmbeginn und bis spätestens zum 21.Tag nach Laich-
atum getestet. Abweichend hiervon wurden die T.tholloni nach
em 16.Tag ab Laichdatum nicht mehr getestet.

ie Begründung für diese Beschränkung ist wie folgt zu füh-
en: Der Beginn der Tests ist erst von dem Augenblick an sinn-
oll, zu dem Tiere ihren Aufenthaltsort durch eigene Bewe-
ungen verändern können. Dies ist den Tieren frühestens drei
age vor Schwimmbeginn möglich: Die Tiere liegen dann meist
och auf dem Boden, schwänzeln intensiv und bewegen sich -
ie schon Dambach und Brestowsky beschrieben - kaum gerich-
et voran. Der im Vergleich zum Körper große Dottersack
cheint es nicht zuzulassen, daß die Tiere über längere Zeit
rei schwimmen. Vielmehr bewegen sich die Tiere zunächst auf
er Seite liegend auf kreisförmigen Bögen und können sich
aum orientiert bzw. gerichtet bewegen.

a T.nilotica-Tiere, die drei Tage vor ihrem Schwimmbeginn
n die Aufzuchtgefäße gesetzt wurden, später erkennen lies-
en, daß sich in den Kiemen Pilze festgesetzt hatten, die
n den folgenden Tagen bis zu Körperlänge der Tiere - d.h.
twa 1,5 cm - auswuchsen, waren gegenüber einem so frühen
estbeginn einschränkende Argumente zu berücksichtigen. Mit
usnahme zweier Versuchsreihen (Test ohne Attrappe der ohne
ttrappe aufgewachsenen T.nilotica) begann der Test stets
urz vor oder am Tag des Schwimmbeginns. Der Befund, daß
ich Tiere schon vor Schwimmbeginn hauptsächlich bei der
ttrappe aufgehalten haben, ist im Zusammenhang mit der
latten Bodenfläche der Testschale zu sehen. Etliche Tiere
rutschten" auf der Fläche umher, dabei war, wie es scheint,
hr Dottersack mit der Bodenfläche in Berührung. Andererseits
onnten Tiere sich auch - etwa einen Tag vor dem eigentlichen
chwimmbeginn - kurzzeitig vom Boden erheben und auf die
ttrappe zu schwimmen.

Die Begründung für das Ende der Tests bei unterschiedlichem A der Tiere ist damit gegeben, daß die Abstandswerte der mit Attrappe aufgewachsenen und mit Attrappe getesteten Tiere kaum noch auf das Vorhandensein - oder die Erkennbarkeit - von Bindung schließen ließen.

Hierbei ist die Fragestellung, unter der die Versuche durchgeführt wurden, zu berücksichtigen; diese erstreckt sich auf die Frage, ob sich anhand der Abstandswerte auf unterschiedliche Einstellungen der Tilapien gegenüber der Attrappe schließen läßt; auf Einstellungen insbesondere, die auf die Aufzuchtweisen zurückgeführt werden könnten.

Dies war bei den Arten T.nilotica und T.mariae etwa am 18. bis 20.Tag ab Laichdatum nicht mehr der Fall, bei T.tholloni schon ab etwa 15. und 16.Tag nicht mehr. Die Testreihen, bei denen andere Aufzuchtweisen als ohne Attrappe durchgeführ wurden, erstreckten sich bis etwa zum gleichen Tag, um anhand des Vergleiches von bei unterschiedlichen Aufzuchtweisen erhaltenen Abstandswerten auf differenzierende Einflüsse der Aufzuchtweisen abheben zu können.

5.1.8. Zur Relevanz der Ergebnisse bei zentraler Anordnung der Attrappe

Die bei zentraler Anordnung der Attrappe erhaltenen Abstandswerte lassen lediglich auf das Vorhandensein von Bindungstendenz bei jüngeren Tieren schließen. Der Schluß, ältere Tiere würden Meideverhalten zeigen, ist angesichts der Ergebnisse von Leerversuchen wie auch angesichts der berechneten Verteilung von Abstandswerten unter Berücksichtigung der Grenzflächenappetenz nicht zulässig. Diese Einschränkung der Aussagekraft der mit zentraler Attrappe durchgeführten Versuche führt dazu, daß anhand dieser Versuche lediglich Aussagen über Bindungstendenzen formuliert werden können. Ob ältere Tiere, die sich meist an oder nahe der Wand aufgehalten hatten, noch zu Bindungsverhalten bereit waren, kann nicht beurteilt werden. Falls dies angenommen wird, wäre gleichzeitig anzunehmen, daß die Bindungstendenz dieser Tiere im Vergleich zur Grenzflächenappetenz relativ schwach gewesen ist.

s Auswirkungen der unterschiedlichen Aufzuchtweisen kann -
i Vergleich von Resultaten der gleichen Art unter Bezug
f das Alter ab Laichdatum - festgestellt werden, daß die
t Attrappe aufgewachsenen T.mariae einen Tag länger (bis
m 12.Tag) Bindungsverhalten zeigten als die mit sichtbarer
w. ohne Attrappe aufgewachsenen Tiere, sowie, daß die mit
trappe aufgewachsenen T.nilotica drei Tage länger nahe bei
r Attrappe sind als die mit sichtbarer Attrappe aufgewach-
nen.

e mit Attrappe aufgewachsenen und im Test länger nahe bei
r Attrappe verweilenden Tiere lassen erkennen, daß bei der
fzuchtweise mit bewegter Attrappe die Dauer der Bindungs-
ase länger ist. Dieser Befund wird ausführlich anhand der
örterung der bei dezentraler Anordnung erhaltenen Abstands-
rte erörtert werden, da sich dort ein in der Tendenz glei-
er Befund zeigen ließ.

ch der in der Tendenz einer Verlängerung der Bindungsphase
nliche Befund anhand der Tests mit T.nilotica-Jungfischen
cht es wahrscheinlich, daß die unter der Aufzuchtweise mit
trappe aufgewachsenen Tiere länger gebunden sind, als die
t sichtbarer Attrappe aufgewachsenen T.nilotica.

gesichts des Befundes, daß mit Attrappe aufgewachsene
tholloni Bindung nur bis zum 7.Tag ab Laichdatum, also
Tag ab Schwimmbeginn, erkennen ließen, wurden keine Ver-
che bei dieser Anordnung der Attrappe und anderen Aufzucht-
isen mit der Art T.tholloni durchgeführt.

e Einschätzung, daß die Appetenz der Jungfische, zu der
enzfläche oder der Kante hin zu gelangen, die Bereitschaft
n Aufenthalt bei der Attrappe beeinträchtigt hat, führte
r Entwicklung der dezentralen Anordnung der Attrappe.

.9. Zum Einfluß der Linien

e Versuche, die allerdings nur mit T.mariae zum Einfluß
n auf der Schablone befindlichen Linien durchgeführt wur-
, scheinen dafür zu sprechen, daß die Linien sich nicht
die Abstandswerte ausgewirkt haben. Dieser Befund ist

insofern überraschend, als die optische Orientierung bei den Tilapien zumindest in Bezug auf Elternattrappe und auf Geschwister einen wesentlichen Anteil an der Verhaltenssteuerung zu haben scheint.

Daß sich junge Cichliden an optischen Strukturen der Bodenfläche nicht zu orientieren scheinen, muß nicht auch bedeuten, daß sie gegenüber optischer Strukturen von etwa senkrechten Grenzflächen sich nicht orientieren. Vielmehr zeigen weitere Beobachtungen, daß sich die optische Struktur der senkrechten Wandfläche durchaus auf die Aufenthaltswahl auswirken können:
Die Glasschale hatte ich zu je einem Viertel des Umfangs mit Pappe unterschiedlicher optischer Struktur-Muster umgeben. Ein Teil war weiß, einer grau-braun, einer schwarz und einer schwarz mit weißen Quadraten (Größe und Abstand der weißen Quadrate voneinander je 1 cm). Die Schablone unter der Glasschale enthielt entsprechend den vier Teilen vier auf die optischen Strukturen bezogene Sektoren, die aber an einem Kreis mit Radius 6,0 cm um den Mittelpunkt herum endeten. In die derartig umhüllte Schale setzte ich junge T.tholloni (ohne Attrappe) einzeln hinein. Es ergaben sich z.B. nach dem Test von 5 Tieren im Alter von 14 Tagen ab Laichdatum folgende Häufigkeiten in den einzelnen Feldern: weiß: 199; kariert: 57; schwarz: 1; grau-braun: 25; im mittleren Feld: 18. Dagegen hielten sich 9 Tage alte T.heudeloti bevorzugt an der grau-braunen Fläche auf: weiß: 67; kariert: 51; schwarz: 50; grau-braun: 111; im mittleren Feld: 21.

Diese Befunde mögen zeigen, daß optische Reize aus der Umgebung doch einen Einfluß auf die Wahl der Aufenthaltsorte zu haben scheinen. Daß aber die optische Struktur der Bodenfläche einen geringen Einfluß zu haben scheint, erfuhr ich auch anhand der Ergebnisse aus Versuchen, in denen ich der Glasschale eine zur Hälfte weiße, zur Hälfte schwarze Platte unterlegt hatte. Die Häufigkeiten, mit denen sich die Tiere über dem schwarzen Teil der Bodenfläche aufhielten, waren annähernd so hoch wie die Aufenthaltshäufigkeiten über dem weißen Teil.

ieser Befund mag in Verbindung mit dem Befund, daß Linien uf dem Boden kaum einen Einfluß zu haben scheinen, dafür prechen, daß optische Strukturen der Bodenfläche von jun- en Tilapien kaum beachtet werden.

.1.10. Bedeutung der Bewegung der Attrappe

ie Aussage, die Anwesenheit der Attrappe stabilisiere die indungsbereitschaft, ist zu pauschal. Nach Hess (1958) hat eim Prägungsgeschehen nicht lediglich die Darbietung des bjektes, auf das das Subjekt geprägt wird, die prägende uswirkung. Vielmehr kommt es darauf an, wie stark das Sub- ekt sich in Bezug auf das Prägungsobjekt, solange es gebo- en wird, motorisch aktiv verhalten kann. Dieser als "Law f effort" bezeichnete Effekt wirkt sich bei Enten-Küken wie olgt aus: Je mehr die Küken dem Modell (Prägungsobjekt) nach- aufen mußten (Weglängen bei gleicher Zeitspanne), desto tärker wurden sie geprägt.

in derartiger Effekt scheint sich auch bei den Tilapien uszuwirken, die ich teils an der bewegten und teils an der icht bewegten Attrappe aufwachsen ließ und testete. Die be- egte Attrappe ist, für ein T.nilotica dürfte sich das am hesten ausgewirkt haben, nicht so einfach im Kontakt zu mschwimmen wie eine stehende Attrappe. An einer bewegten ttrappe muß ein Jungfisch daher größere Anzahlen von chwimmbewegungen vollziehen, um die Attrappe für längere eit im Berührungskontakt zu umschwimmen. An stehender At- rappe dürfte es so schwierig nicht sein. Damit, daß die ewegte Attrappe mehr Bewegungen für gleiche Kontaktanzahl zw. -dauer erfordert, könnte sich die Bewegung der Attrap- e bei der Aufzuchtweise im Sinne des "Law of effort" aus- ewirkt haben.

nhand der erhaltenen Resultate ist eine solche Auffassung ber zu relativieren: Die Bewegung der Attrappe hat bei den ungen der Substratbrüterarten T.mariae und T.tholloni, bei enen die Kontaktappetenz nicht die gleiche Stärke haben ürfte wie bei den T.nilotica, zu in der Tendenz, wenn auch icht im Ausmaß, gleichen Unterschieden geführt. Dies könnte

aufzeigen, daß zumindest die Bewegung der Attrappe im Test einfach wegen ihrer höheren Auffälligkeit zu häufigerem Aufenthalt der Tiere in ihrer Nähe geführt haben könnte. Diese Annahme entspricht der, die auch Brestowsky schon formuliert hatte. Allerdings zeigt die nähere Betrachtung - Versuche mit T.nilotica bei Aufzucht mit bewegter und Test mit stehender sowie Aufzucht mit stehender und Test mit bewegter Attrappe - daß es ganz so einfach nun doch nicht zu sein braucht.

Aus der Annahme der Gültigkeit des Law of effort würde sich ableiten, daß die Abstandswerte in der nachsensiblen Reaktionsphase kleiner sind, wenn die Tiere mit bewegter Attrappe aufgewachsen sind als wenn sie mit stehender Attrappe aufgewachsen sind. Die Werte der an bewegter Attrappe getesteten Tiere bestätigen diese Annahme. Dagegen bringen die Werte der an stehender Attrappe getesteten Tiere keine Bestätigung für diese Annahme.

Da letztere Testweise nicht als optimal für die Auslösung von Bindungsverhalten angesehen werden kann, ergibt sich aus dem ersteren Befund eine Stützung für die Annahme, daß bei den Aufzuchtweisen mit einer Wirkung entsprechend dem Law of effort zu rechnen ist.

Die Gegenüberstellung von Werten, die bei Aufzucht mit bewegter Attrappe erhalten wurden, läßt erkennen, daß die Abstände der an stehender Attrappe getesteten Tiere wesentlich größer sind als die Werte der an bewegter Attrappe getesteten Tiere. Dieser Unterschied könnte, und das wird hiermit angenommen, wohl auf die höhere Attraktivität der im Test bewegten Attrappe zurückgeführt werden.

Werden die bei Aufzucht mit stehender Attrappe erhaltenen Werte nach der Testweise bewegte bzw. stehende Attrappe miteinander verglichen, zeigen sich kaum Unterschiede. Am 15. und 16.Tag sind die mit bewegter Attrappe getesteten Tiere weiter von der Attrappe entfernt. Dies mag eventuell darauf hin weisen, daß die Tiere, die an eine stehende Attrappe gewöhnt waren, nunmehr der bewegten Attrappe gegenüber mit Fluchtreaktionen reagieren.

s den mitgeteilten Ergebnissen scheint sich zweierlei zu
geben:
Das Aufwachsen an bewegter Attrappe führt zu stärkerer
ndung, allerdings ist das nur zu erkennen, wenn die Attrap-
im Test bewegt geboten wird. Damit scheint das von Hess
rmulierte Law of effort für die T.nilotica zu gelten.
Der Test mit bewegter Attrappe führt zu geringeren Abstän-
n. Dies ist auch nur bei Tieren zu erkennen, die mit be-
gter Attrappe aufgewachsen waren. Damit ist deutlich, daß
e Bindungsbereitschaft im Test stärker aktiviert wird,
nn die Attrappe bewegt ist,und schwächer aktiviert wird,
nn die Attrappe im Test nicht bewegt wird.

e bewegte Attrappe scheint also - egal ob bei Aufzucht
er im Test - die T.nilotica zu geringerem Abstand gegen-
er der Attrappe zu veranlassen. Es ergibt sich die Frage,
e das erklärt werden kann.

estowsky nahm an, daß dies allein schon darauf zurückge-
hrt werden könnte, daß die bewegte Attrappe optisch auf-
lliger ist. Andererseits ist auch daran zu denken, daß
n einer bewegten Attrappe über das Wasser Reize ausgehen,
e vom Lateralissystem der Jungfische wahrgenommen werden
nnten.

er wäre an Ergebnisse von Bauer (1968) zu erinnern, der
blendete Tiere (T.nilotica) in die Nähe der Attrappe
achte. Er sah, daß diese Tiere Bewegungen durchführten,
e auf die Attrappe bezogen waren. Die Beteiligung von la-
ralisspezifischen Reizen kann also nicht ausgeschlossen
rden.

gesichts der Befunde, daß die bewegte Attrappe, wenn sie
Aufzuchtweise und Test geboten wird, häufiger Aufent-
lt in der Nähe der Attrappe hervorruft als die stehende
trappe, scheint die Frage erlaubt, welche Bewegungen Alt-
ere beim Jungeführen machen. Denn es drängt sich die An-
hme auf, daß das Ansprechen der Jungfische auf Bewegungen
Relation zu Bewegungen der Alttiere gesehen werden kann.

Die Alttiere bewegen a) Maul und Kiemen entsprechend den Atembewegungen, sowie b) Brustflossen zur Stabilisierung ihrer Lage im Wasser. Schließlich bewegen sie zeitweilig ihre Bauchflossen. Ob die Ansprechbarkeit der Jungfische auf diese Bewegungen der Alttiere hin ausgerichtet ist, kann zur Zeit nur angenommen werden. In diesem Zusammenhang sei erinnert an die "Call-movements", die nach Kuenzer (1967) jungeführende Nonnacara anomala vollziehen. Auch scheint mir folgende Beobachtung in diesem Zusammenhang erwähnenswert: Ein T.nilotica-Weibchen sammelt seine Jungen wie folgt ein: Die Jungfische, die sich - aufgrund welcher Reize auch immer - unter dem Weibchen am Boden in einer eng umgrenzten Gruppe gesammelt haben, werden vom Weibchen ins Maul genommen, wenn das Weibchen unter, wie es scheint, heftigen Bewegungen der Brustflossen bei leicht abwärts geneigtem Körper langsam rückwärts schwimmt. Die Jungfische finden sich unter dem Kinn ein, schwimmen entgegen dem von den Bewegungen der Brustflossen des Weibchens erzeugten Wasserstrom und geraten vor die Maulspalte des langsam rückwärts schwimmenden Weibchens. Möglicherweise sind die T.nilotica-Jungfische auf diese Situation des Aufnehmens hin genetisch besonders ausgerüstet. In dieser Situation gibt es a) rhythmische Bewegungen, die mit b) Strömungen des Wassers verbunden sind. Der selektionistische Vorteil einer solchen genetischen Angepaßtheit läge auf der Hand.

5.1.11. Zu den Ergebnissen der als Gruppe getesteten Tiere

Versuche mit Jungfischgruppen wurden mit jungen T.mariae bei dezentraler Anordnung der bewegten Attrappe durchgeführt. Die Tiere wuchsen in Gruppen a) ohne Attrappe und b) mit bewegter Attrappe auf. Die je 20 Tiere beider Gruppen wurden täglich für je 5 Minuten getestet.

Die Ergebnisse dieser Versuche bestehen darin, daß

- die jüngeren Tiere sich als Schar in einiger Entfernung von der Attrappe sammelten. Der Durchmesser der Schar und ihr Abstand zur Attrappe vergrößerte sich im Laufe der Testzeit von 5 Minuten.

der Durchmesser der unmittelbar nach dem Einsetzen gebildeten Schar mit dem Alter der Tiere zunimmt.
keine signifikanten Auswirkungen der Aufzuchtweisen auf die Abstände der Tiere zur Attrappe festzustellen waren.

ie Beobachtung, daß in einem Schwarm der Zusammenhalt der iere nicht gleich bleibt, hat schon Dambach gemacht; denn r schreibt (Dambach 1963, S.282): "Bei einem Schwarm oder iner Zweiergruppe lockert sich nach einiger Zeit der Zusamenhalt; die Abstände werden größer; schließlich ist keine ruppierung mehr bemerkbar".

aß eine Schar junger Substratbrüter von der Attrappe einen rößeren Abstand als ein Einzeltier einhält, scheint von aneren Autoren nicht beobachtet worden zu sein. Es sei denn, aß dieser Sachverhalt von Peters gemeint war, als er schreibt Peters 1963a, S.680): "Während aber das tholloni-Junge nur is zu einer gewissen Minimaldistanz an die Kugel heranchwimmt, ...". Hiermit wird die Minimaldistanz ausdrücklich ür ein Einzeltier der Art T.tholloni angesprochen. Es geht ber darum, daß eine Gruppe von T.mariae einen deutlich erennbaren Abstand zur Attrappe einhält. Dieser Beobachtung teht gegenüber, daß gerade die jungen T.mariae sich als inzeltiere nicht in deutlich erkennbarer Minimaldistanz zur ttrappe bewegten. Vielmehr haben sich einzelne Tiere gerade ieser Art für Zeitspannen von etwa einer Minute oder länger berhalb der Attrappe aufgehalten ("reiten").

s scheint, daß der angeborene auslösende Mechanismus der mariae Bestimmungen enthält, die einerseits auf einen lternfisch hin und andererseits auf eine Geschwisterschar in ausgerichtet sind. Weiterhin scheint es so zu sein, aß die auf die Geschwister hin angelegten Bestimmungen von er Elternattrappe aktiviert werden, falls keine Geschwister rhanden sind, und von Geschwistern aktiviert werden, wenn iese zusätzlich zur Elternattrappe vorhanden sind.

e Beobachtung, daß die älteren T.mariae sich nicht zu so einen Gruppen wie jüngere Tiere zusammenscharten, scheint ch Dambach bekannt gewesen zu sein, denn er formulierte ambach 1963, S.286): "Bekanntlich werden im Schwarm die

Abstände von einem Fisch zum anderen, je mehr die Tiere wachsen, immer größer (...). Für Schwärme von jungen Tilapien gilt dasselbe." Dambach belegt diese Aussage durch Versuche mit verschiedenen Gruppen aus je zwei Fischen, die er aus Tieren je gleicher Größe zusammenstellte. Da die Größe der jungen Tilapien bei hinreichender Fütterung mit dem Alter zunimmt, dürften die von Dambach getesteten Tiere auch unterschiedliches Alter gehabt haben.

Das Resultat, daß keine den Aufzuchtweisen entsprechenden sicherbaren Unterschiede der Abstandswerte bei den Gruppen erhalten wurden, scheint angesichts der geringen Größe der zum Test verwendeten Glasschale mit einem Durchmesser von nur 29,4 cm verständlich zu sein.

Möglicherweise spielt auch die Eingewöhnung der Tiere in das Schwimmgefäß eine Rolle. Während hier das fotografische Protikollieren etwa 15 bis 25 Sekunden nach dem Einsetzen der 20 Tiere in das Schwimmgefäß begann, hat Brestowsky (1968, S.789, Legende zur Abbildung 11) Gruppen von je 25 Tieren (T.nilotica und T.tholloni) in der "15.-16.Minute nach Überführung der Tiere" in seine Dunkelfeld-Anordnung fotografisch protokolliert. Eine Begründung für die 15 Minuten lange Eingewöhnungszeit habe ich bei Brestowsky nicht finden können.

Es wird sich in zukünftigen Experimenten eventuell herausstellen, daß auch Gruppen von T.mariae den Einfluß von unterschiedlichen Aufzuchtweisen bzw. unterschiedlichen Bindungsbereitschaften erkennen lassen. Doch müßten hierzu noch einige Versuche durchgeführt werden, in denen a) die Größe des Schwimmraumes, b) die Anzahl der Tiere in der Gruppe sowie c) die Dauer der Eingewöhnungszeit systematisch variiert wird.

2. Erörterung der Bindung und ihrer Grundlagen

2.1. Zur Erkennung von "Bindung" und "Meiden"

e durchgeführten Versuche sollten unter anderem auch zei-
n, ob die getesteten Tiere erkennen lassen, daß sie stark
die Attrappe gebunden sind bzw. daß sie die Nähe der At-
appe meiden; kurz, ob die Tiere klar bzw. deutlich ausge-
ägte Verhaltenstendenzen erkennen lassen.

e erhaltenen Resultate können in unterschiedlicher Weise
nutzt werden, um Antworten auf diese Fragen zu finden. Zu-
chst ist anzumerken, daß die ethologisch anmutenden Kate-
rien Bindung und Meiden operationalisiert werden können
folgenden Aussagen:

ndung liegt vor, wenn ein oder mehrere Tiere sich außer-
wöhnlich häufig nahe bei der Attrappe aufhalten - zumin-
st so häufig, daß die Aufenthaltshäufigkeit nahe bei der
trappe nicht als zufällig so groß angesehen werden kann.

i dieser Reduzierung von Bindung auf Aufenthaltshäufigkei-
n nahe der Attrappe muß in Kauf genommen werden, daß ein
er auch dann gebunden sein kann, wenn es sich überdurch-
nnittlich weit von der Attrappe entfernt aufhält. Im Rah-
n der durchgeführten Operationalisierung würde in diesem
lle Bindung nicht als solche erkannt werden, es sei denn,
s Tier würde sich in die Nähe der Attrappe begeben und
rt für längere Zeit verbleiben.

prinzipiell gleicher Weise ist die Operationalisierung
s Meidens - überdurchschnittlich häufiger Aufenthalt in
ßer Entfernung von der Attrappe - problematisch.

e Operationalisierungen der Tendenzen sind zu koppeln an
enzwerte des Abstandes, die so gewählt sein müssen, daß
keine aufgrund von Gleichverteilungsannahmen errechnete
standswerte gibt, die extremer sind als die Grenzwerte
ber. Von den drei Verteilungshypothesen abgeleitet gibt
drei Werte, die als Grenzwerte herangezogen werden könn-
. Der Wert bei Gleichverteilung an der Boden- und Wand-

fläche wird durch je einen anderen Wert über- und unterschritten. Der niedrigere Wert ergibt sich bei der Hypothese, die Tiere verteilten sich gleichmäßig in dem gebotenen Wasservolumen. Dieser Wert beträgt 4,77 Abstandseinheiten. Da es keinen niedrigeren Abstandswert gibt, der auf einer sinnvollen Gleichverteilungshypothese basiert, scheint es zulässig, von gegebener Bindungstendenz zu sprechen, wenn dieser Wert häufig genug unterschritten wird.

Der höhere Wert ergibt sich aus der Hypothese einer Gleichverteilung an der senkrechten Wand der Glasschale. Dieser Wert beträgt 6,61 Abstandseinheiten. Es scheint sinnvoll, dann von Meiden zu sprechen, wenn dieser Wert häufig genug überschritten wird.

Bei dieser Operationalisierung von Bindung und Meiden erfolgt zwangsläufig eine Festlegung, die mögliche andere Ursachen für Aufenthalt nahe bei bzw. weit weg von der Attrappe ausklammert. So könnte hohe Aufenthaltshäufigkeit nahe bei der Attrappe auch durch in der Nähe der Attrappe im Wasser schwebende Partikel hervorgerufen werden, auf die ein Jungfisch etwa mit Annäherung und Freßbewegungen reagier Es könnte hohe Aufenthaltshäufigkeit nahe der Wand des Gefäßes auch durch die dort gegebene geringfügig geringere Helligkeit bedingt sein. Aber die Versuchsanlage und -durchführung versuchte, solche möglichen verhaltensbeeinflussenden Faktoren zu eliminieren. Obwohl also die Operationalisierung problematisch ist, halte ich sie für zulässig und sinnvoll.

5.2.2. Abstand und Bindung

Die bei der genannten Testanlage und Testprozedur implizierte Vorstellung war die, daß folgender Zusammenhang zwischen Abstand und Bindung angenommen wurde: Je kleiner der Abstand desto größer die Bindung und entsprechend je größer der Abstand desto geringer die Bindung.

Im Verlauf der Durchführung der Versuche wurde diese Auffassung zwar bezüglich ihrer Ausschließlichkeit eingeschränkt,

ber als grobes Interpretationsschema beibehalten. Einschränungen ergaben sich vor allem aus dem Vergleich der Testarianten, bei denen die Attrappe zentral bzw. dezentral aneordnet war. Dabei wurde deutlich, wie sehr die Kante zur enkrechten Wand wie auch Ecken der Glasschale die Abstände it beeinflussen. Die sich hier zeigende Grenzflächenappeenz führte zur dezentralen Anordnung der Attrappe.

enn unterstellt wird, daß der Abstand eine gewisse Aussage ber die Bindung und ihre Intensität ermöglicht, ist zu fraen, ob diese Aussage durch die Zusammenfassung einzelner bstandswerte zu Median- also Durchschnittswerten nicht verälscht wird. Eine solche Einschätzung wäre dann angebracht, enn etwa aus etlichen großen Abstandswerten, die auf schwahe Bindung hinweisen könnten, und etlichen niedrigen Werten, ie auf stärkere Bindung schließen ließen, ein Durchschnittsert berechtnet wird, der auf Bindung von mittlerer Stärke chließen ließe. In diesem Fall wäre von in der Zeit unterchiedlichen Zuständen auf einen im zeitlichen Mittel gemeinamen Zustand geschlossen worden. Da aber das Bindungsveralten stets ein Geschehen in der Zeit ist, ließe sich aus n der Zeit unterschiedlichen Bindungsstärken kaum eine anere Aussage, als im zeitlichen Mittel mittlere Bindungstärke, ableiten.

ieses Vorgehen, Zusammenfassung verschiedener Werte in der eit, wäre nur dann als korrekt anzusehen, wenn die zu verchiedenen Zeitpunkten erhaltenen Abstandswerte durch die leiche Ursache bedingt wären. Angesichts dessen, daß derrtige unterschiedliche Abstandswerte bei der zentralen nordnung leicht absehbar durch unterschiedliche Bedingunen - hie Attrappe, hie Wand der Glasschale - herbeigeführt urden, war ein weiteres Arbeiten bei der genannten zentraen Anordnung der Attrappe nicht sinnvoll. Ob aber bei der ezentralen Anordnung nur die Einstellung der Tiere zur Atrappe die gemessenen Abstandseinzelwerte bedingt hat, ist raglich. Allerdings scheint der Einfluß der Appetenz zur renzfläche Wand bzw. zur Raumstruktur Kante durch Vertei-ung auf fast alle Abstandsbereiche berücksichtigt worden

zu sein. Es ist aber nicht auszuschließen, daß weitere Faktoren die Wahl der jeweiligen Aufenthaltsorte zumindest teilweise mit beeinflußt haben. Derartige Faktoren könnten gewesen sein: Appetenz nach Wahrnehmung von Geschwistern, von Strömungen, von Freßbeute, nach Ruhe, nach Bewegung.

Weiterhin ist auch zu berücksichtigen, daß die jüngeren Tiere etwa zum Zeitpunkt des Schwimmbeginns kaum Fluchtbewegungen zeigten und ältere diese Bewegungen wohl zeigten. Damit wäre ein Unterschied zwischen Tieren gegeben. Ob dieser Unterschied allein dem Alter zugeordnet werden kann, scheint nach Hess fraglich. Vielmehr ist auch damit zu rechnen, daß gleich alte Tiere sich hinsichtlich ihrer Fähigkeit zu Fluchtbewegungen unterscheiden können. Angesichts dessen, daß die Abstandseinzelwerte in der Zeit recht beachtliche Unterschiede zeigen, ist anzunehmen, daß auch noch andere Appetenzen als die Bindungsappetenz die Abstandseinzelwerte beeinflußt haben. Da sich aber die Zeitpunktsmittelwerte $\bar{X}_i$ zu in der Zeit annähernd gleich großen Werten pro Tagesgruppe berechnen, kann angenommen werden, daß sich andere Appetenzen in der Zeit gegenseitig aufgehoben haben. Daher scheint es legitim, die Abstandswerte als Ausdruck von Bindungsintensitäten anzusehen.

Abgesehen von der Methode, Abstandswerte zu einzelnen Zeitpunkten zu notieren, gäbe es noch andere Methoden, Aussagen über Bindungsintensitäten zu formulieren, die auf nicht so spezifischen Bewegungen wie Kontaktbewegungen beruhen. So ließ Kuenzer (1967) junge Zwergcichliden der Art Nannacara anomala als Gruppe in einem Gefäß schwimmen, in dem sich die Attrappe von dem Ort der Jungfische so weit entfernt befand, wie es in der Testschale möglich war. Er bestimmte die Zeitspanne zwischen Darbietung der Attrappe und dem Augenblick, zu dem die Gruppe der Jungfische die Attrappe erreichte. Diese Zeitspanne setzte er in Beziehung zu unterschiedlichen Zeichnungsmustern von Attrappen und formulierte anhand dieser Zeitspannen Aussagen über die relative Attraktivität der Attrappen.

ne auf Analyse von Bewegungsgeschwindigkeiten hinauslau-
nde Protokolliermethode wäre dadurch möglich, daß Einzel-
ere gefilmt werden und die Auswertung nach der Geschwin-
gkeit erfolgt, mit der sich das Tier von der Attrappe weg
w. zur Attrappe hin bewegt. Dabei könnten auch bestimmte
wegungen wie Wendungen und Bewegung unter Erhaltung der
stanz zur Attrappe bestimmt werden.

ne elegante Methode wäre die, daß mit Hilfe eines Echolot-
er Radarsystems der Abstand kontinuierlich ermittelt, auf
gnetband gespeichert und über Computer ausgewertet wird.
sher scheinen derartige Techniken für den Einsatz gegen-
er so kleinen Tieren noch nicht hinreichend weit entwik-
lt zu sein.

ter den vorgefundenen Bedingungen war die kaum Kosten ver-
sachende Methode, die Abstandswerte durch Beobachten zu
mitteln und schriftlich zu protokollieren, diejenige Metho-
, die am einfachsten zu realisieren war und nach Vorver-
chen auch der Fragestellung angemessen erschien.

2.3. Bindungs- und andere Appetenzen

nn vom Aufenthaltsort auf Bindungstendenzen geschlossen
rden? Der Aufenthalt an einem Ort kann mehrere Ursachen
ben. Wieweit das Vorhandensein von Kanten und Ecken den
fenthaltsort mit bestimmt, scheint deutlich geworden zu
in. Daß aber auch andere Tendenzen, wie etwa Fluchtbe-
itschaft oder Neugier-Appetenz oder Jungfisch-Appetenz
er Versteck-Appetenz oder weiteres anderes den Aufenthalts-
t mitbestimmen können, ist zumindest nicht auszuschließen.
er wäre es angebracht, zu fragen, ob es keine spezifische
rhaltensweisen gibt, deren Auftreten nach Häufigkeit pro
iteinheit besser geeignet wäre, das Vorhandensein von Bin-
ngstendenzen darzulegen. Mit Ausnahme der von Bauer (1968)
tersuchten Kontakt-Bewegung der Maulbrüterjungfische gibt
aber keine derartigen Bewegungen. Jede andere Bewegung
nn sowohl durch die Anwesenheit der Attrappe bedingt sein
also als Reaktion auf die Attrappe angesehen werden - wie
ch als Reaktion gegenüber einem anderweitig gegebenen Reiz

angesehen werden. Daher bot es sich an, die Testschale weitgehend reizarm zu bieten (gleichmäßig weiß umhüllt an Seitenwand und Boden, weiß oberhalb der Wasseroberfläche, soweit nicht der Einblick in die Schale Konturen bedingt). Damit aber ist immer noch nicht auszuschließen, daß Appetenzen innerhalb der Jungfische vorhanden sind, die auf Orientierung an optischen oder anderweitig wahrnehmbaren Reizen ausgerichtet sein könnten. Hier ergibt sich das Problem, daß bei Fehlen solcher Reize sich die Appetenz nach solchen Reizen nicht trotzdem einzustellen braucht. Nicht erfüllte Appetenz könnte sich entweder in motorischer Unruhe oder in gedrosselter Aktivität zeigen. Das erwähnte Ruhen wie auch das Herumrasen könnten Verhaltensweisen sein, die sich als Ausdruck von im Einzelnen nicht bekannten Appetenzen ansehen ließen - Appetenz nach Reizen, die gerade mit der möglichst schwach strukturierten Umgebung und dem Test von Einzeltieren ausgeschaltet bzw. reduziert worden sind.

Daß die Jungfische, die einzeln an der Attrappe getestet werden, durchaus eine Appetenz nach Aufenthalt bei einer Jungfischgruppe gehabt haben könnten, wird durch zwei Beobachtungen wahrscheinlich: Einerseits durch die "Ausflüge", die junge T.mariae unternommen haben, andererseits dadurch, daß sich Tiere, die zunächst einzeln bei der Attrappe sind, an eine Gruppe von Geschwistern anschließen, die auch in der Testschale anwesend ist.

Daß noch andere Appetenzen vorhanden gewesen sein können, ist zwar anzunehmen, ist aber nicht als bewiesen anzusehen. So könnten hungrige Tiere durch Appetenz nach Freßbeute, satte Tiere durch Appetenz nach Ruhe zu bestimmten Bewegungen oder Bewegungsenthaltungen veranlaßt worden sein.

Angesichts dieser Erwägungen ist es nur unter Vorbehalt möglich, die Resultate der Versuche hinsichtlich der Bindung zu interpretieren.

.2.4. Zur Grundlage des Bindungsverhaltens

ie Tatsache, daß es recht einfach ist, Elemente des Bin-
ungsverhaltens junger Tilapien mit Hilfe von Attrappen aus-
ulösen, führte zur Frage nach den Grundlagen des Bindungs-
erhaltens. Im Sinne der AAM-Hypothese wäre die Formulierung
ngebracht: Dem Bindungsverhalten liegt ein (zumindest ein)
uslösender Mechanismus zugrunde. Dieser spricht an auf op-
isch wahrgenommene Reize. Möglicherweise enthält der Mecha-
ismus noch die Möglichkeit, auf akustische, haptische und
ateralisspezifische Reize anzusprechen. Ob dieser Mechanis-
us angeboren ist, scheint kaum in Frage gestellt werden zu
önnen. Denn Jungfische, die ohne Eltern bzw. Attrappe auf-
ewachsen sind, zeigen Bindungsverhalten zumindest innerhalb
iner gewissen Zeitspanne. Die Beobachtung, daß ältere Tiere,
enn sie ohne Attrappe aufwuchsen, kein Bindungsverhalten
eigen, wenn sie aber mit Eltern bzw. einer Attrappe auf-
achsen, doch Bindungsverhalten zeigen können, führt zu der
nnahme, daß der Mechanismus durch Reize, die vom Tier wahr-
enommen werden, zu beeinflussen ist. Damit wäre die Mecha-
ismus-Hypothese wie folgt zu modifizieren: Die jüngeren
ilapien besitzen einen auslösenden Mechanismus, aufgrund
essen sie (angeborenermaßen) spontan die Nähe eines geeig-
eten Objektes aufsuchen und ihm gegenüber Bindungsverhal-
en zeigen. Bei den älteren Tieren ist ein entsprechender
echanismus nur noch dann wirksam, wenn sie Erfahrungen mit
iner adäquaten Reizfigur hatten. Hier wäre von einem er-
orbenen auslösenden Mechanismus EAM zu sprechen.

ach der Schlüsselreiz-Hypothese wäre so zu argumentieren,
aß es keinen spezifischen Schlüsselreiz braucht, um das
indungsverhalten hervorzurufen. Gebundene Tilapia-Jung-
isch sprechen auch auf Reizfiguren an, die völlig fisch-
nähnlich sind, nach eigenen Beobachtungen auch auf Ringe,
etraeder und Würfel. Der Mechanismus scheint so unspezi-
isch zu sein, daß junge bindungsfähige Tilapien auf Attrap-
en unterschiedlichster Helligkeit (Graustufe weiß bis
chwarz) ansprechen. Auch kann die Farbe variieren. Zur Fra-
e der Reaktion auf Färbung und Helligkeit der Attrappen

hat Brestowsky Wahlversuche durchgeführt, die dafür sprechen, daß gewisse Helligkeitsstufen (schwarz und dunkelgrau) und Farben artspezifisch mit gewissen Unterschieden bevorzugt werden. Daß der Auslösemechanismus auch in Bezug auf di Größe des Reizkörpers sehr weit ist, belegen Versuche von Langescheid (1968). Erst bei Durchführung von Wahlversuchen zeigt es sich, daß Attrappenkugeln von ca. 4 cm Durchmesser von T.nilotica bevorzugt aufgesucht werden.

Daß nicht einmal die Bewegung des Reizobjektes ein hinreichend bedeutsamer Schlüsselreiz sein muß, scheint aus den Versuchen mit stehender Attrappe geschlossen werden zu können. Allerdings zeigen die bei T.nilotica erhaltenen vergleichsweise hohen Abstandswerte ab dem 14.Tag (bezogen auf Laichdatum) eine Problematik auf: So lange, wie die Phase der spontanen Bindungsbereitschaft gegeben ist, sind die T.nilotica auch im Test nahe bei der stehenden Attrappe, wenn sie ohne Attrappe oder an stehender Attrappe aufgewachsen waren. Ältere Tiere entfernen sich recht weit von der stehenden Attrappe. Das tun auch T.nilotica, wenn sie an stehender Attrappe aufgewachsen waren und an bewegter Attrappe getestet wurden. Es scheint, als werde der erfahrungsabhängige Teil der Bindungsphase - also nach Ende der sensiblen Phase - was die Stärke der resultierenden Bindung betrifft, davon beeinflußt, ob die Attrappe beim Aufwachsen bewegt war.

Die Tilapien reagieren mit Bindungsverhalten gegenüber Attrappen unterschiedlichster Eigenschaften wenn auch mit unterschiedlicher Bevorzugung, die allerdings erst in Wahlversuchen zu erkennen ist. Daher kann die einzeln gebotene Attrappe für die Tiere nicht die Bedeutung eines spezifischen Schlüsselreizes haben. Sie kann also völlig unspezifisch sein.

Im Sinne der von Craig eingeführten und Lorenz erweiterten Appetenz und Endhandlung umfassenden Verhaltenshypothese kan angenommen werden, daß die Appetenz, sich in der Nähe eines irgendwie strukturierten Reizes aufzuhalten, bei Tilapien

rhanden ist. Dies zeigt sich besonders gut, a) wenn zu
ndung fähige Tilapien ohne Attrappe untergebracht sind:
e zeigen motorische Unruhe oder Aufenthalt in Ecken; so-
e b) wenn sie durch eine Glaswand eine Attrappe sehen:
e schwimmen andauernd an der Wand umher mit zur Attrappe
wendetem Kopf. Läßt man sie dann frei, suchen sie die Nähe
r Attrappe auf.

ß das Bindungsverhalten gewisse Abhängigkeit vom Alter
r Tiere hat, kann aus etlichen Versuchsergebnissen geschlos-
n werden. Grob vereinfacht kann angenommen werden, daß die
igung, sich bei der Attrappe aufzuhalten, auch bei gebun-
nen Tieren mit dem Alter schwächer wird.

s bedeutet diese Aussage über die Altersabhängigkeit des
rhaltens?

den ersten Tagen nach dem Schlüpfen wie auch nach Beginn
r Schwimmfähigkeit können etliche Prozesse beobachtet wer-
n, die ebenfalls eine Abhängigkeit vom Alter erkennen las-
n, wenn die Versuchsfaktoren wie Fütterung, Temperatur und
uerstoffgehalt des Wassers gleich sind. Diese Prozesse
nd einerseits Wachstumsprozesse: Das Wachstum erfolgt mit
wa 2 mm Längenzuwachs pro Woche, die Strahlen der Flossen
lden sich, larvale Bildungen werden reduziert, näheres
zu findet sich bei Fishelson (1966) und Abu Gideiri (1969).
sher ist aber weder bekannt, wie die Entwicklung des Ner-
nsystems, des Sinnessystems und des Hormonsystems erfolgt,
ch sind vergleichende Aktivitätsmessungen durchgeführt
rden, aus denen hätte geschlossen werden können, wie sich
e Aktivitäten in Bezug auf gewisse Reizdarbietungen mit
n Alter entwickeln. Daher scheint es zur Zeit noch nicht
glich zu sein, die physiologischen Prozesse zu erfassen,
e Grundlage für altersabhängige Änderungen im Verhalten
.n könnten.

3 dem Bindungsverhalten der T.nilotica eine neurochemische
nponente zukommt, ist nach den von Langescheid (1972 Diss.)
rchgeführten Versuchen wahrscheinlich. Konzentrat von
bfextrakten - gewonnen von T.nilotica, die mit Attrappe

aufgewachsen waren - wurde Versuchstieren injiziert, die ohne Attrappe aufgewachsen waren. Diese Tiere zeigten abweichend von den Kontrolltieren, die Extrakte von ohne Attrappe aufgewachsenen Tieren injiziert bekamen, daß dem Bindungsverhalten transferierbare molekulare Strukturen zugrunde liegen könnten.

Damit, daß mit dem von Langescheid im Kopfextrakt übertragenen Material auch Material des Gehirns, der Augen und der Haut transferiert wurde, ergibt sich die Problematik, wo im Spenderorganismus derartige Moleküle zu denken wären.

Entsprechend der Annahme von sog. Gedächtnismolekülen (Glycoproteide) könnten Stoffe aus dem Gehirn als Speicher des Bindungsverhaltens angesehen werden.

Versuche, Prägungsprozesse durch Läsionen im Gehirn zu beeinflussen, hat Hess (1959) durchgeführt. Danach scheinen Exstirpationen der hinteren Teile des Cerebellums die Prägbarkeit aufzuheben, wobei etliche Tiere auch die Fähigkeit zu Fluchtverhalten (fear responses) verloren (Hess, 1959, S.139). Neuere Forschungen über "seelische" Prozesse werden mit Hilfe elektrophysiologischer und histochemischer Methoden unter besonderer Berücksichtigung des limbischen Systems durchgeführt. Zur Zeit scheint es noch nicht möglich, derartige Untersuchungen an den recht kleinen (9 bis 20 mm langen jungen Tilapien durchzuführen.

Der ebenfalls von Hess mitgeteilte Befund, daß die Prägbarkeit junger Entenküken durch Narkotica beeinflußt werden kann, deutet darauf hin, daß in dem Prägungsgeschehen humorale Prozesse einen Anteil haben, bzw. daß Prägung durch die Verabreichung von entsprechenden Mitteln bei Entenküken verhindert werden kann. Durch Meprobamat wird sowohl Fluchtverhalten reduziert wie auch Prägung fast vollständig verhindert. Durch Chlorpromazin wird zwar Fluchtverhalten reduziert, die Prägbarkeit aber nicht geändert. Nach Verabreichung von Nembutal war die Prägbarkeit reduziert, nicht aber die Fluchtfähigkeit. Angesichts der verabreichten Mittel und ihrer physiologischen Wirkung (Meprobamat und Chlorpromazin

eduzieren den Stoffwechsel, wobei Meprobamat entspannend
uf Muskeln wirkt), sieht Hess die primäre Wirkung der Mit-
el in der Behinderung der Bewegungsfähigkeit der Tiere in
er Phase der Prägbarkeit. Damit scheint sich die Auffassung
u bestätigen, daß die Prägung um so besser (schlechter) ist,
e mehr (weniger) sich das Tier in Bezug auf das Objekt be-
egen kann. Diese Auffassung wurde von Hess als Law of effort
Gesetz der Anstrengung - bezeichnet.

s bietet sich an, entsprechend dem Gesetz der Anstrengung
ersuche mit jungen Tilapien durchzuführen: Durch geeignete
arkotica oder durch Aufzucht in sehr engen Glasröhrchen
önnte erreicht werden, daß die Tiere eine bewegte Attrappe
war sehen können, wobei sie aber nicht in Bezug zu ihr
chwimmen können. Nach Ablauf der Phase spontaner Bindungs-
ereitschaft - also etwa im Alter von 14 Tagen ab Laichda-
um - wird den Tieren die Bewegungsfreiheit gegeben. Werden
iese Tiere nun zur Attrappe gesetzt, wird sich zeigen, ob
ie gebunden sind.

.2.5. Zur Dauer des Bindungsverhaltens

ie Angaben über die Dauer der Phase, in der Tilapia-Jung-
isches Bindungsverhalten gegenüber einer Attrappe zeigen,
ind in der Texttabelle Seite 160 unter Berücksichtigung ver-
chiedener Aufzucht- und Testweisen zusammengestellt. Die
abelle enthält nur Angaben über einzeln getestete Tiere.

ach diesen Angaben haben die von mir getesteten Tiere Bin-
ungsverhalten über vergleichsweise nur kurze Zeit erkennen
assen. Diese Unterschiede können sowohl auf unterschiedli-
he Testmethode - Bauer - wie auf unterschiedliche Interpre-
ation des Verhaltens bei nahezu gleicher Testmethode -
restowsky - zurückgeführt werden.

auer testete die Tiere in einer Glasschale von 20 cm Durch-
esser. In dieser Schale war eine bewegliche Wand angebracht,
ie einerseits den Inhalt der Schale halbierte, sodaß die
iere nur im vorderen Teil schwimmen konnten, und anderer-
eits als Befestigung für die Attrappe diente. Bauer erhielt

Aufzucht der Tiere mit Attrappe

Autor	Verf.		Brestowsky	Bauer
Testweise	zen	dez	zen	zen
T.mariae	12	16	-	-
T.nilotica	14	18	21	26
T.tholloni	7	12	21	-

Aufzucht der Tiere ohne Attrappe

Autor	Verf.		Brestowsky	Bauer
Testweise	zen	dez	zen	zen
T.mariae	11	12	-	-
T.nilotica	-	9	12	21
T.tholloni	-	7	12	-

Texttabelle zur Dauer der Bindungsphase

Die Tabelle enthält Angaben über das Alter in Tagen - bezogen auf das Laichdatum - bis zu dem Tilapia-Jungfische Bindungsverhalten gegenüber einer bewegten Attrappe zeigen. Die Angaben der drei Autoren beziehen sich auf verschiedene Methoden der Aufzucht - mit bzw. ohne Attrappe - und verschiedene Darbietungen der Attrappe - zentral (zen) bzw. dezentral (dez). Im Text werden die Angaben über das Alter der Tiere, zu dem sie letztmalig Bindung erkennen lassen, besprochen.

(Die hier von mir wiedergegebenen Altersangaben unterscheiden sich von den in Tabelle 64 wiedergegebenen. Den hier angegebenen Daten liegt das Kriterium zugrunde, ob die Gruppenmediane kleiner als der Median bei Gleichverteilung im Volumen sind.)

eine Angaben über die Dauer der Bindungsphase anhand des-
en, daß er die Anzahl und Dauer von Kontaktbewegungen pro-
okollierte. Als Kontaktbewegung galt jede Bewegung, die
as Versuchstier unter Berührungskontakt zur Attrappe durch-
ührte. Es leuchtet unmittelbar ein, daß bei Beachtung un-
erschiedlicher Aspekte des Bindungsverhaltens (Aufenthalts-
rt bzw. Kontakte) unterschiedliche Angaben über die Dauer
er Bindungsphase erhalten werden können. Obwohl ich nicht
peziell auf Kontakte geachtet habe, halte ich es für mög-
ich, daß auch in den von mir durchgeführten Versuchen älte-
e T.nilotica hin und wieder die Attrappe berührten. Damit
tehen die Aussagen von Bauer und mir über die Dauer der
indungsphyse wohl im Unterschied, nicht aber im Widerspruch
ueinander.

ie Vergleiche zwischen den Angaben von Brestowsky und mir
ber die Dauer der Bindungsphase unter Berücksichtigung der
ufzuchtweisen mit und ohne Attrappe lassen bei T.nilotica
nd T.tholloni Unterschiede erkennen. Nach Brestowsky dauert
ie Bindungsphase jeweils etliche Tage länger.

iese Unterschiede könnten einerseits auf die Unterschiede
n der Testmethode zurückgeführt werden: Brestowsky ließ die
iere in einer Dunkelfeldanordnung bei zentraler Attrappe
chwimmen. Die von mir getesteten Tiere schwammen vor hel-
er Umgebung bei teils zentral und teils dezentral angeord-
eter Attrappe.

ndererseits ist eher anzunehmen, daß die Unterschiede der
ltersangaben auf Unterschiede in der Bewertung der Verhal-
enselemente zurückzuführen sind. Anhand der Abb.6i in
restowskys Veröffentlichung ist zu erkennen, daß das Tier,
essen Schwimmbahn die Abbildung zeigt, sich hauptsächlich
ahe der Wand aufgehalten hat. Dennoch sieht Brestowsky die-
e Abbildung als Beleg für das Vorhandensein einer Bindungs-
endenz (Ambivalenz) an. Entsprechend meiner Auswertungs-
ethode würde sich ein Abstandsmedian von etwa 8,5 Einhei-
en ergeben, den ich nicht als zwingendes Indiz für Vorhan-
ensein einer Bindungstendenz anerkennen kann.

Damit mag deutlich geworden sein, daß auch die von Brestowsky gegebenen Aussagen über die Länge der Bindungsphase nicht im Widerspruch, wohl aber im Unterschied zu meinen Aussagen stehen.

Die unterschiedlichen Interpretationen von Befunden, die so verschieden voneinander gar nicht sein müssen, zeigen auf, wie schwierig es ist, vom Verhalten junger Tilapien gegenüber einer am Ort stehenden Attrappe auf Bindungstendenzen zu schließen. Zweckmäßigerweise sollten derartige Untersuchungen unter Benutzung einer wandernden Attrappe durchgeführt werden, der Tiere folgen können. Möglicherweise läßt sich das Nachfolgen eindeutiger interpretieren.(Berns u.Pete

Berechtigt wäre der Schluß, Tilapien würden die Nähe der Attrappe meiden, etwa dann, wenn eine von Hand bewegte Attrappe dem Jungfisch folgt und der Fisch dabei immer wieder Wendungen von der Attrappe weg durchführt und schnell Wege schwimmt, die von der Attrappe weg gerichtet sind. Angesichts dessen, daß Brestowsky Versuche mit manuell bewegter Attrappe durchgeführt hat, ist anzunehmen, daß er derartige Bewegungen von Fischen auch gesehen hat. Daß er sie in dem Zusammenhang mit Aussagen über Meideverhalten nicht erwähnt, scheint darauf zu beruhen, daß er sich anhand von Leerversuchen keine Vergleichsbilder von scheinbarem Meideverhalten hergestellt hatte und daher nicht von der Notwendigkeit überzeugt war, den Terminus Meideverhalten hinreichend zu begründen.

Eine weitere Möglichkeit, das Vorhandensein einer Meidetendenz zu belegen, scheint mir gegeben zu sein, wenn Tiere aus dem Inneren einer Attrappe entlassen werden und die Geschwindigkeit des Fortbewegens von der Attrappe bestimmt wird. Wenn diese Geschwindigkeit in unmittelbarer Nähe der Attrappe groß ist und bei größerem Abstand kleiner wird um schließlich gegen Null zu gehen, dann scheint mir der Schluß auf das Vorhandensein einer Meidetendenz berechtigt zu sein.

.2.6. Zur Ökologie des Bindungsverhaltens

n der vorgelegten Untersuchung wird das Wort Bindungsver-
alten benutzt, um einen Sachverhalt zu benennen, der darin
rkenntlich ist, daß Jungfische sich vorzugsweise in der
ähe einer Attrappe aufhalten. Dem Verhalten liegt zumindest
ine optische Orientierung an einem Objekt (hier schwarze
ttrappe) zugrunde, was als Ausdruck einer Orientierungs-
ppetenz angesehen werden kann. Gegenüber einem im Raume
ortbewegten Objekt ist Nachfolgeverhalten zu erkennen.

ie Orientierungsappetenz scheint angeboren zu sein und ist
chon kurz vor Beginn der Schwimmfähigkeit voll ausgereift.
ie zeitliche Dauer der Bindungsappetenz ist von der Situa-
ion abhängig, in der sich die Jungfische weiterhin befin-
en. Wenn sie ohne Attrappe aufwachsen, ist die Bindungs-
ppetenz bald - etwa vier Tage nach Schwimmbeginn - nicht
ehr zu erkennen. Wenn sie mit einer bewegten Attrappe auf-
achsen, bleibt die Bindungsappetenz für eine längere Zeit
rhalten.

s scheint der Schluß berechtigt, daß die Bewegungen, die
ls Ausdruck der Bindungsappetenz angesehen werden, gleich-
eitig das Erhaltenbleiben der Bindungsappetenz zur Folge
aben. Die Bindungsappetenz scheint sich also durch das
tattfinden von Bindungsbewegungen zu erhalten. Damit muß
en Bindungsbewegungen eine dem Abklingen der Bindungsappe-
enz entgegengerichtete und damit die Bindungsappetenz ver-
tärkende Komponente zugeschrieben werden. Das bedeutet,
aß die Bindung dadurch erhalten bleibt, daß sie zwischen-
eitlich stattfindet.

ieser Sachverhalt scheint eine Grundlage für Prägungserör-
erungen zu sein, wie sie Brestowsky und auch andere Autoren
urchführten. Es scheint darüberhinaus aber angebracht, das
erhalten im Sinne der Konditionierungstheorie, die auf
awlow zurückgeht, zu betrachten.

enn die Bindungsappetenz etwa zum Zeitpunkt des Schwimmbe-
inns ausgereift ist, reagiert ein Tilapia-Jungfisch der be-
andelten Arten spontan, d.h. ohne Dressur oder ähnliches,

mit Zuwendung und Annäherung auf eine Attrappe. Er verbleibt in der Nähe der Attrappe. Dieser Sachverhalt rechtfertigt die Annahme, daß die Attrappe als unkonditionierter Reiz angesehen werden kann, sowie daß die Annäherung und das Verweilen als unkonditionierte Verhaltensweisen angesehen werden können.

Die Bereitschaft zu einem solchen Verhalten klingt ab, wenn das Tier ohne Attrappe aufwächst. Dies belegen die entsprechenden Versuche nach Aufzucht ohne Attrappe. Das Abklingen der Bindungsbereitschaft ist also eine Tatsache, der zur Zeit noch unbekannte zentralnervöse Prozesse zugrunde liegen mögen.

Wächst der Tilapia-Jungfisch dagegen mit einer Attrappe auf, bleibt die Bindungsbereitschaft noch für einige Zeit erhalten. Es ist daher sinnvoll, die erhalten gebliebene Bereitschaft zu Bindungsverhalten als durch die Anwesenheit der Attrappe während des Aufwachsens bedingt anzusehen. Das Bindungsverhalten in der nachspontanen Phase wäre nach dieser Annahme ein bedingtes Verhalten. Die Attrappe wäre dann ein Objekt, das Reize liefert, die die bedingte Reaktion auslösen, also ein bedingter Reiz. Die Frage, wie die Attrappe vom unbedingten zum bedingten Reiz wird und wie das unbedingte Bindungsverhalten zum bedingten Bindungsverhalten wird, ist mit der Annahme zu beantworten, daß eine Konditionierung stattfindet. Dabei ist davon auszugehen, daß zunächst eine angeborene Bereitschaft vorliegt, daß diese bei Fehlen einer Attrappe abklingt, und daß in dem Maße, wie eine anwesende Attrappe die Bindungsbereitschaft erhält, von der Attrappe oder von der Verhaltensweise des Bindungsverhaltens Tendenzen ausgehen, die dem Absinken der angeborenen Bereitschaft entgegengerichtet sind. Das Stattfinden von Bindungsverhalten scheint also eine Konditionierung des Bindungsverhaltens mit zu bedingen.

Spätere Untersuchungen werden zeigen müssen, ob die erhalten gebliebene, also konditionierte Bindungsbereitschaft zu Bindungsverhalten führt, welches dem spontanen Bindungsverhalten in Form, Ausgeprägtheit und Anzahl der Bindungsbewegunge

öllig gleicht oder ob sich die Bindungsbewegungen des spon-
anen Bindungsverhaltens von den Bindungsbewegungen des kon-
itionierten Bindungsverhaltens qualitativ und quantitativ
nterscheiden.

örerst ist anzunehmen, daß in der Phase des spontanen Bin-
ngsverhaltens ein Korrelat zu den Reizen vorhanden ist,
ie von Elterntieren ausgehen. Die Auslösbarkeit des Bin-
ngsverhaltens durch Attrappen mit verschiedenen Eigenschaf-
en spricht dafür, daß dieses Korrelat recht weit ist und nicht
urch Gattungs- oder gar Artmerkmale gefüllt zu sein braucht.
er traditionelle ethologische Ausdruck für ein solches an-
eborenes Korrelat, das ein Tier zu entsprechendem Verhalten
eranlaßt, ist der angeborene auslösende Mechanismus (AAM).
nsofern als Lernen an der Aufrechterhaltung der Bindungs-
ereitschaft beteiligt ist, ist in der nachspontanen Phase
in erlerntes Verhalten gegenüber dem auslösenden Reiz zu
eobachten, wonach man vom durch Erfahrung ergänztem AAM, dem EAAM
chleidt)[1] sprechen kann. Das Wort Lernen ist hier ganz all-
emein zu verstehen, etwa in dem Sinne, daß die Abhängigkeit
es Verhaltens von Wahrnehmungen (also von Erfahrungen) schon
uf einen Lernprozeß hinweist.

ie Auffassung, daß das Bindungsverhalten in der nachspon-
anen Phase als konditioniertes Verhalten angesehen werden
ann, ließe sich durch einen Versuch überprüfen, bei dem
ie Darbietung der Attrappe während des Aufwachsens variiert
ird. Die Durchführung eines Versuches in folgender Art und
eise wäre sinnvoll:

ttersacklarven eines Geleges von Tilapien (am besten
nilotica, hier ist die Bindung vergleichsweise stark aus-
prägt) werden auf mehrere Zuchtansätze aufgeteilt. Die An-
tze werden bei unterschiedlicher Dauer der Darbietung der
trappe gehalten: Die Tiere eines ersten Kontrollansatzes
chsen ab 9.Tag nach Laichdatum bis zum Ende des Versuches
t bewegter Attrappe auf. Die Tiere eines zweiten Kontroll-
satzes wachsen völlig ohne Attrappe auf. Die Tiere der
gentlichen Versuchsansätze erhalten die Attrappe nur für
nige Tage geboten, und zwar erhält eine Gruppe 1 die At-

---

1) Schleidt,W.: 1962, Zeitschr.f.Tierpsych.19, S.697-722

trappe nur am 9.Tag ab Laichdatum geboten. Die Gruppe 2 erhält die Attrappe am 9. und 10.Tag, die Gruppe 3 erhält die Attrappe vom 9. bis zum 11.Tag und weitere Gruppen erhalten die Attrappe um je einen Tag länger. Die Tiere aller Gruppen werden täglich wie beschrieben in der Testanlage einer Attrappe ausgesetzt. Wenn es sich herausstellt, daß sich das Bindungsverhalten der unterschiedlichen Zuchtansätze darin unterscheidet, daß jeweils um einen Tag verschoben der Übergang von niedrigen zu hohen Abstandswerten erfolgt, wäre dies als Bestätigung der Lern- bzw. Konditionierungshypothese des Bindungsverhaltens anzusehen. Ein derartiger Versuch könnte außerdem Aufschluß geben über die Zeitspanne, die zwischen der letztmaligen Darbietung der Attrappe im Aufzuchtgefäß und dem Wechsel von Bindungs- zu Meideverhalten liegt.

Die Auffassung, daß die Aufrechterhaltung der Bindungsbereitschaft in der nachspontanen Phase auf Konditionierung beruht, läßt sich ohne Widerspruch zur ökologischen Situation der elterngeführten Jungfische aufrecht erhalten: Die Tilapia-Jungfische der untersuchten Arten wachsen normalerweise unter Obhut ihrer Eltern heran, lediglich bei T.nilotica kümmert sich nur das Weibchen um die Jungen. Die freischwimmenden Jungfische leben im Territorium ihrer Eltern. Die Substratbrüter-Eltern vertreiben andere Fische aus ihrem Revier. Das brutführende T.nilotica-Weibchen kann seine Jungen bei Gefahr ins Maul aufnehmen. Die Jungfische sichern sich also den Schutz vor Freßfeinden durch ihre Bindung an die Eltern. Tritt aber eine Änderung dieser Situation ein, werden also die Elterntiere von ihren Jungen wodurch auch immer getrennt, dann kann die erhaltene Bindungsbereitschaft zu einer Gefährdung der Jungfische führen Wenn die Jungfische nämlich nun zu jedem erscheinenden Fisch hinschwimmen, kann es ihren sicheren Tod bedeuten, wenn dieser Fisch die Jungfische frißt. Die Überlebenschance der Tiere wäre vergrößert, wenn sie - möglichst schnell - ihre Bindungsbereitschaft verlieren und vor erscheinenden grösseren Fischen fliehen oder sich verbergen. Eine solche Än-

erung der Verhaltensweise wäre ökologisch sinnvoll. Sie äre recht leicht zu erreichen, wenn die Bindungsbereitschaft on dem Augenblick des Verschwindens der Eltern schnell abehmen würde. Eine günstige Voraussetzung hierfür wäre eine ereitschaft, die zu ihrem Erhalt auf ständige Verstärkung urch ein elternadäquates Objekt angewiesen wäre. Eine sich urch das aktuelle Bindungsverhalten verstärkende Bindungsereitschaft ist so gesehen für Jungfische von größerem Wert ls eine Bereitschaft, die angeborenermaßen lange andauern ürde. Daß eltern- bzw. attrappengebundene Jungfische von nderen Fischen leicht gefressen werden können, beobachtete ch wiederholt, wenn solche Jungfische an andere Fische verüttert wurden; sie suchten die Nähe ihrer Freßfeinde und urden bald gefressen.

ie Auffassung, daß Bindungsbereitschaft der Jungfische durch onditionierung erhalten bleibt, wurde im Sinne einer Arbeitsypothese vorgetragen und scheint ökologisch sinnvoll zu sein. m Sinne der ökologischen Betrachtung scheint es sinnvoll u sein, wenn die Bindungsbereitschaft nach Entzug des elernadäquaten Objektes möglichst schnell abklingt. Versuche u dieser Fragestellung wurden im Rahmen dieser Arbeit nicht urchgeführt.

6. Zusammenfassung

Ausgehend von der Frage, ob das Verhalten elterngebundener Tiere durch unterschiedliche Aufzuchtbedingungen beeinflußt werden kann, wurden Versuche mit jungen Fischen der Gattung Tilapia(T.mariae, T.nilotica und T.tholloni) durchgeführt.

Die Versuche wurden durchgeführt, um a) eine standardisierbare Methode zu entwickeln, sowie b) Aufschlüsse über die Beeinflußbarkeit des Elternbindungsverhaltens zu erhalten.

Das Verhalten, das für an Eltern gebundene junge Tilapien typisch ist, wurde durch Darbietung einer kugelförmigen, schwarzen Attrappe, die in der Regel bewegt wurde, ausgelöst.

Aus dem teilweise komplizierten Bindungsverhalten, das nur schwer qualitativ und quantitativ exakt in der Zeit protokolliert werden kann, wurde zu vorgegebenen Zeitpunkten (alle 5 Sekunden) der Ort, wo sich das Tier gerade aufhält, oder der Abstand zur Attrappe protokolliert.

Aus je 60 Einzelwerten des Abstandes pro Tier wurden der Median als Durchschnittswert und die mittlere Quartilsabweichung als Streuungswert errechnet.

Versuche in eckigen Aquarien ließen erkennen, daß Tiere sich hauptsächlich in Ecken und nahe bei Kanten aufhalten. Daher fanden weitere Versuche in einer runden Glasschale statt.

Versuche mit einer im Zentrum der Glasschale angeordneten Attrappe lieferten Abstandswerte, die für sehr kurze Dauer der Bindung sprechen und stark durch die Neigung der Tiere beeinflußt waren, sich bei der senkrechten Wand aufzuhalten.

Leerversuche entsprechend der zentralen Anordnung der Attrappe lieferten abstandsanaloge Werte, deren Größe dagegen sprach, hohe Abstandswerte als Ausdruck einer Meidetendenz anzusehen. In allen weiteren Versuchen ist die Attrappe 10 cm neben dem Mittelpunkt der Glasschale angeordnet.

rsuche mit bewegter bzw. nicht bewegter Attrappe lassen kennen, daß gegenüber der bewegten Attrappe die Zuwendung r gebundenen Tiere stärker ist als gegenüber der stehenn Attrappe. Dieser Effekt ist bei T.nilotica stärker ausgeägt als bei T.mariae und T.tholloni. Nicht gebundene T.nitica entfernen sich von der bewegten Attrappe weiter als n der nicht bewegten Attrappe.

gebnisse von Versuchen über nicht liniierter bzw. deutlich iniierter Schablone machen es wahrscheinlich, daß Linien f einer unter dem Schwimmgefäß liegenden Schablone keinen nfluß auf die gegenüber einer Attrappe eingenommenen Abtände haben.

rsuche mit Gruppen aus je 20 mit bzw. ohne Attrappe aufgechsenen T.mariae - Jungfischen lassen kaum einen abstandsstimmenden Einfluß der Aufzuchtweisen erkennen. Gruppen ngerer T.mariae haben gegenüber der Attrappe einen deutlich rößeren Abstand als gebundene Einzeltiere.

e in den Hauptversuchen einzeln zur bewegten, dezentral geordneten Attrappe in die runde Glasschale gesetzten Tiee wachsen unter drei verschiedenen Bedingungen heran: Sie nden im Aufzuchtgefäß eine bewegte Attrappe vor ("mit Atappe"), sie können von ihrem Schwimmgefäß aus eine bewegte trappe sehen ("sichtbare Attrappe") bzw. sie wachsen völg ohne Attrappe ("ohne Attrappe") auf.

e entsprechenden Ergebniswerte vergleichbarer Versuchsihen wurden mit Hilfe statistischer nichtparametrischer sts verglichen.

e dem Alter der Tiere zugeordneten Mediane und Streuungsrte des Abstandes steigen bei jeder Art unter allen drei fzuchtweisen mit dem fortschreitenden Alter an.

e Abstandsmediane jeder Art werden von den Aufzuchtweisen einflußt:
i T.nilotica sind die Unterschiede zwischen den unter den ei Aufzuchtweisen aufgewachsenen Tieren an allen Tagen ab hwimmbeginn signifikant zu sichern.

Bei T.tholloni und T.mariae sind die Unterschiede zwischen den Abstandswerten von je zwei Aufzuchtweisen signifikant. Bei T.tholloni entsprechen sich die Abstandswerte der mit und mit sichtbarer Attrappe aufgewachsenen Tiere. Die Werte der ohne Attrappe aufgewachsenen T.tholloni liegen deutlich über den genannten.
Bei den T.mariae ähneln sich die Abstandswerte der ohne und mit sichtbarer Attrappe aufgewachsenen Tiere. Die Abstandswerte der mit Attrappe aufgewachsenen Tiere sind deutlich niedriger.

Die Abstandswerte der unter gleicher Aufzuchtweise aufgewachsenen Tiere werden von der Artzugehörigkeit der Tiere kaum beeinflußt.

Die Streuungswerte des Abstandes zeigen eine geringe Abhängigkeit von der Artzugehörigkeit der Tiere: Die Streuungswerte der Substratbrüter stimmen untereinander weitgehend überein. Diese Werte sind bei den T.nilotica, die nur schwache oder keine Kontaktbereitschaft haben, vergleichsweise groß.

Die Fragestellung, methodische Aspekte und die Ergebnisse werden erörtert, es werden Vorschläge für weiterführende Versuche gemacht und es wird eine Deutung des Bindungsverhaltens in der nachsensiblen Periode angeboten, wobei dieses Verhalten als konditioniertes Verhalten im Sinne der Pawlow'schen Konditionierungshypothesen eingeschätzt wird.

iteratur-Register

bu Gideiri, Y.B. (1969):
The development of behaviour in Tilapia nilotica L.
Behaviour 34, 17-28.

rnold, M., K.Kriesten und H.M.Peters (1968):
Die Haftorgane von Tilapia-Larven (Cichlidae, Teleostei). Histochemische und elektronenmikroskopische Untersuchungen.
Z.Zellforschung 91, 248-260.

ronson, L.R. (1949):
An analysis of the reproductive behaviour in the mouth-breeding cichlid fish Tilapia macrocephalw (Bleeker).
Zoologica, N.Y., 34, 133-158.

ronson, L.R. and A.M.Holz-Tucker (1950):
Ovulation in the mouth-breeding cichlid fish, Tilapia macrocephala (Bleeker).
Anat.Rec. 105, 88-89.

aerends, G.P. and J.M.Baerends van Roon (1950):
An introduction to the study of the ethology of cichlid fishes.
Behaviour, Suppl.1, 1-243.

auer, J. (1968):
Vergleichende Untersuchungen zum Kontaktverhalten verschiedener Arten der Gattung Tilapia (Cichlidae, Pisces) und ihrer Bastarde.
Z.Tierpsychol.25, 22-70.

en-Tuvia, A. (1959):
The biology of the cichlid fishes of lake Tiberias and Hula.
Bull.Res.Counc., Israel, 8 B(4), 153-188.

ergmann, H.-H. (1968):
Eine deskriptive Verhaltensanalyse des Segelflossers (Pterophyllum scalare Cuv. und Val., Cichlidae, Pisces)
Zeitschr.f.Tierpsychol.25, 559-587.

lüm, V. (1966):
Zur hormonalen Steuerung der Brutpflege einiger Cichliden.
Zool.Jb.Physiol.72, 264-290.

lüm, V. und K.Fiedler (1964):
Der Einfluß von Prolactin auf das Brutpflegeverhalten von Symphysodon aequifasciata axelrodi L.P. Schultz (Cichlidae, Teleostei).
Naturw.51, 149-150.

Blüm, V. and K.Fiedler (1965):
Hormonal control of Reproductive Behavior in Some Cichlid Fish.
General and Comparative Endocrinology 5, 186-196.

Breder, C.M. (1934):
An experimental study of the reproductive habits and life history of the cichlid fish Aequidens latifrons (Steindachner).
Zoologica, N.Y., 18, 1-42.

Brestowsky, M. (1968):
Vergleichende Untersuchungen zur Elternbindung von Tilapia-Jungfischen (Cichlidae, Pisces).
Z.Tierpsychol.25, 761-828.

Bronstein-Semendjajew (1964):
Taschenbuch der Mathematik, J.N.Bronstein und K.A.Semendjajew, Verlag H.Deutsch Zürich, Frankfurt/M., 4.Aufl. 1964

Cole, J.E. and J.A.Ward (1969):
An analysis of Parental Recognition by the Young of the Cichlid fish, Etroplus maculatus (Bloch).
Z.Tierpsychol.27, 156-176.

Cole, J.E. and J.A.Ward (1969):
The communicative Function of Pelvic Fin-Flickering in Etroplus maculatus (Pisces, Cichlidae).
Behaviour 35, 179-199.

Collins, H.L. and J.C.Braddock (1962):
Notes on fostering experiments with the cichlid fishes, Tilapia sparrmani and Aequidens portalegrensis.
Amer.Zool.2, 400 (Abstr.).

Craig, W. (1918):
Appetites and Aversions as Constituents of Instincts.
Biol.Bull.Marine Biol.Lab., Woods Hole, Mass., 34, 91-107.

Dambach, M. (1963):
Vergleichende Untersuchungen über das Schwarmverhalten von Tilapia-Jungfischen (Cichlidae, Teleost
Z.Tierpsychol.20, 267-296.

Destehexhe-Gomez, F. et J.-C.Ruwet (1967):
Impregnation et cohesion familiale chez les Tilapia (Poissons, Cichlidae).
Extrait des Ann.Soc.Roy.Zool.Belg.97, 161-173.

Fischer, H. (1965):
Das Triumphgeschrei der Graugans (Anser anser).
Z.Tierpsychol.22, 247-304.

sshelson, L. (1966):
Untersuchungen zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Gattung Tilapia (Cichlidae, Teleostei).
Zool.Jb.Anat.83, 571-656.

edel, W. (1974):
Beiträge zur vergleichenden und funktionellen Anatomie des Kopfes von Tilapia (Cichlidae, Teleostei).
Zool.Jahrb.Anat.92 (im Druck).

ude, G. (1971):
An Apparatus for Artificial breeding of mouth-breeding fishes.
Report from the Psychological Laboratories, The University of Stockholm, No.330, 1-4.

ude, G. (1971):
Preferences among Young of Tilapia mossambica (Cichlidae, Pisces) with free Choice between dummies.
Report from the Psychological Laboratories, The University of Stockholm, No.331, 1-10.

ude, G. and M.Andersson (1971):
Approach and Withdrawal in Young of Tilapia mossambica (Cichlidae, Pisces) as a function of age and stimulus.
Reports from the Psychological Laboratories, The University of Stockholm, No.329, 1-25.

eenberg, B. (1963a):
Parental behaviour and imprinting in cichlid fishes.
Behaviour 21, 127-144.

eenberg, B. (1963b):
Parental behaviour and recognition of young in Cichlasoma biocellatum.
Anim.Behav.11, 578-582.

rlow, H.F. (1958):
The nature of love.
Am.Psychologist 13, 673 (zit.nach Schmalohr 1968).

rlow, H.F. and M.K.Harlow (1962):
The effect of rearing conditions on behavior.
Bull.Menninger Clinic 26, 213-224 (zit.nach Schmalohr 1968).

rlow, H.F. und M.K.Harlow (1967):
Reifungsfaktoren im sozialen Verhalten, in:
Psyche-Beiheft: Festschrift für R.Spitz, Stuttgart (zit. nach Schmalohr 1968).

inrich, W. (1967):
Untersuchungen zum Sexualverhalten in der Gattung Tilapia (Cichlidae, Teleostei) und bei Artbastarden.
Z.Tierpsychol.24, 684-754.

Hess, E.H. (1959):
Imprinting, An effect of early experience, imprinting determines later social behavior in animals.
Science 130, 133-141.

Hildemann, W.H. (1959):
A cichlid fish, Symphysodon discus, with unique nurture habits.
Amer.Natur.93, 27-34.

Kraft, A.von und H.M.Peters (1963):
Vergleichende Studien über die Oogenese in der Gattung Tilapia (Cichlidae, Teleostei).
Z.Zellf.61, 434-485.

Kühme, W. (1962):
Das Schwarmverhalten elterngeführter Jungcichliden (Pisces).
Z.Tierpsychol.19, 513-538.

Kühme, W. (1963):
Chemisch ausgelöste Brutpflege und Schwarmreaktionen bei Hemichromis bimaculatus (Pisces).
Z.Tierpsychol.20, 688-704.

Kuenzer, E. und P. (1962):
Untersuchungen zur Brutpflege der Zwergcichliden Apistogramma reitzigi und A.borelli.
Z.Tierpsychol.19, 56-83.

Kuenzer, P. (1962):
Die Auslösung der Nachfolgereaktion durch Bewegungsreize bei Jungfischen von Nannacara anomala REGAN (Cichlidae).
Naturwiss.49, 525-526.

Kuenzer, P. (1966):
Wie 'erkennen' junge Buntbarsche ihre Eltern?
Umschau i.Wiss.u.Techn.66, 795-800.

Kuenzer, P. (1967):
Die Auslösung der Nachfolgereaktion bei erfahrungslosen Jungfischen von Nannacara anomala (Cichlidae)
Zeitschr.f.Tierpsychol.25, 257-314.

Langescheid, C. (1968):
Vergleichende Untersuchungen über die angeborene Größenunterscheidung bei Tilapia nilotica und Hemihaplochromis multicolor (Pisces; Cichlidae).
Experienta, Basel, 24, 963-964.

Langescheid, C. (1972):
Untersuchungen zur chemischen Übertragbarkeit des Bindungsverhaltens bei Tilapia-nilotica-Jungfische (Teleostei, Cichlidae).
Dissertation, Universität Göttingen.

owe, R.H. (Mc.Connell) (1955):
The fecundity of Tilapia species.
E.Afr.Agris.J.21, 45-52.

owe, R.H. (Mc.Connell) (1958):
Observations on the biology of Tilapia nilotica L. in east african waters.
Rev.Zool.Bot.Afr.57, 129-170.

owe, R.H. (Mc.Connell) (1959):
Breeding behaviour patterns and ecological differences between Tilapia species and their significance für evolution within the genus Tilapia (Pisces, Cichlidae).
Proc.Zool.Soc.Lond.132, 1-30.

ittenecker, E. (1964):
Planung und statistische Auswertung von Experimenten.
Verlag F.Deuticke Wien, 5.Aufl. 1964.

yrberg, A.A. (1964):
An analysis of the preferential care of eggs and young by aduld cichlid fishes.
Z.Tierpsychol.21, 53-98.

yrberg, A.A. (1965):
A descriptive analysis of the behaviour of the African cichlid fish, Pelmatochromis guentheri (Sauvage).
Anim.Behav.13, 312-329.

yrberg, A.A. (1966):
Parental recognition of young in cichlid fishes.
Anim.Behav.14, 565-571.

oble, G.K. and B.Curtis (1939):
The social behaviour in the Jewel fish Hemichromis bimaculatus GILL.
Bull.Amer.Mus.Hist.76, 1-46.

oble, G.K., K.F.Kumpf and V.N.Billings (1938):
The induction of brooding behaviour in the jewel fish.
J.Endocrinol.23, 353-359.

eters, H.M. (1937):
Experimentelle Untersuchungen über die Brutpflege von Haplochromis multicolor, einem maulbrütenden Knochenfisch.
Z.Tierpsychol.1, 201-218.

eters, H.M. (1941):
Fortpflanzungsbiologische und tiersoziologische Studien an Fischen. 1.Hemichromis bimaculatus GILL.
Zschr.Morph.u.Ökol.Tiere 37, 387-425.

eters, H.M. (1963a):
Untersuchungen zum Problem des angeborener Verhaltens.
Naturwiss.50, 677-686.

Peters, H.M. (1963b):
Eizahl, Eigewicht und Gelegeentwicklung in der Gattung Tilapia (Cichlidae, Teleostei).
Int.Rev.Ges.Hydrobiol.48, 547-576.

Peters, H.M. (1963c):
Über einige Verhaltensweisen bei Cichliden und deren Grundlagen.
Bull.Inst.océanogr.Monaco, No spécial 1D, 15-33.

Peters, H.M. (1965):
Über larvale Haftorgane bei Tilapia (Cichlidae, Teleostei) und ihre Rückbildung in der Evolution.
Zool.Jb.Physiol.71, 287-300.

Peters, H.M. und M.Brestowsky (1961):
Artbastarde in der Gattung Tilapia (Cichlidae, Teleostei) und ihr Verhalten.
Experientia, Basel 17, 261-265.

Quertermus, C.J. jr. and J.A.Ward (1969):
Development and Significance of two Motor patterns used in Contacting Parents by young orange Chromides (Etroplus maculatus).
Animal Behaviour 17, 624-635.

Reid, M.J. and J.W.Atz (1958):
Oral incubation in the cichlid fish Geophagus jurupari Heckel.
Zoologica 43, 77-88.

Reidt-Wolf (1955):
Die Elemente der Mathematik, Mathematisches Unterrichtswerk für Höhere Lehranstalten, Bd.3.
Hrsg. G.Wolf, H.Schroedel Verlag Hannover,
2.Aufl. 1955.

Reinboth, R. (1956):
Untersuchungen zur Maulbrutpflege von Haplochromis multicolor (HILGENDORF).
Zool.Jb.Physiol.66, 217-272.

Ruwet, J.C. (1968):
Familial Behaviour of Tilapia (Pisces, Cichlidae) and its Implications.
Nature 217, 977.

Sachs, L. (1969):
Statistische Auswertungsmethoden.
2.Aufl. Springer Verlag Berlin.

Schmalohr, E. (1968):
Frühe Mutterentbehrung bei Mensch und Tier.
Entwicklungspsychologische Studie zur Psychohygiene der frühen Kindheit.
Reinhardt Verlag, München/Basel.

haw, E.S. (1950):
Factors influencing embryonic survival outside the mouth of the oral incubating fish, Tilapia macrocephala.
Anat.Rec.108, 62-63.

haw, E.S. (1951):
Further studies on the extra-oral embryonic survival of the mouthbreeding fish, Tilapia macrocephala.
Anat.Rec.111, 449-450.

haw, E.S. and L.R.Aronson (1954):
Oral incubation in Tilapia macrocephala.
Bull.Amer.Nat.Hist.103, 379-415.

pieser, O.H. (1970):
Anatomische Untersuchungen an den Hirnnerven von Tilapia (Cichlidae, Teleostei).
Diss. Universität Tübingen.

ard, J.A. and G.W.Barlow (1967):
The maturation and regulation of glancing of the parents by young orange chromides (Etroplus maculatus: Pisces - Cichlidae).
Behaviour 29, 1-56.

Anhang

Abbildungen 1 bis 48

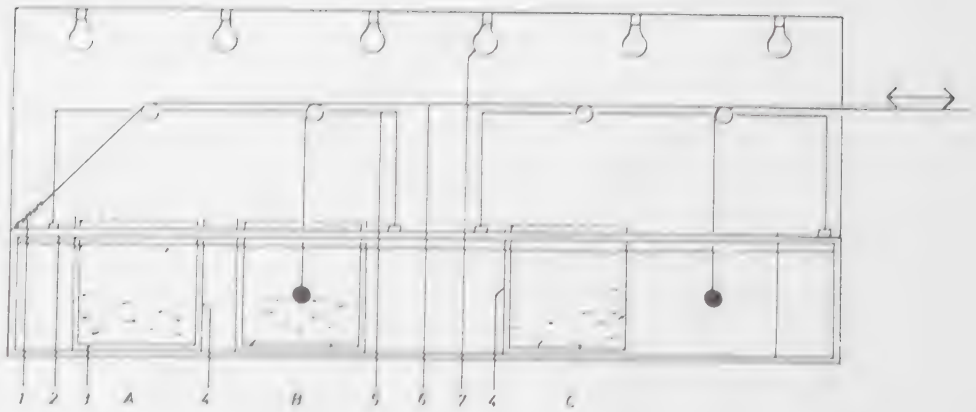


Abb. 1: halbschematische Darstellung der Aufzuchtweisen.
Die Zahlen und ihre Bedeutung. 1 Zugfeder, 2 Rahmen des 2 m langen Aquariums, 3 Vollglasbecken, 4 PVC Platte als Sichtblende, 5 Gestell, 6 Zugseil zum Exzenter, 7 Glühbirne.
A Aufzucht ohne Attrappe, B Aufzucht mit Attrappe, C Aufzucht mit sichtbarer Attrappe, wie es sie jetzt.

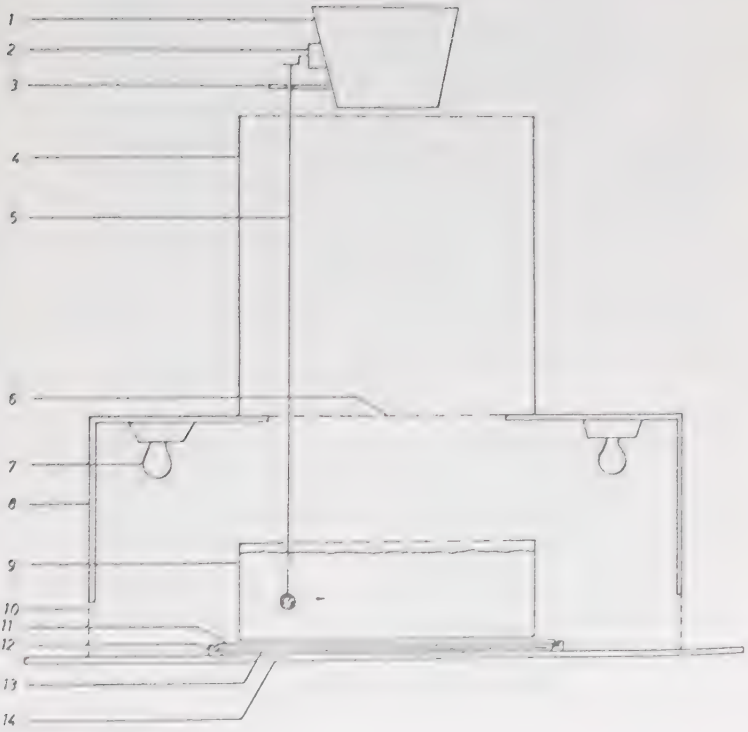
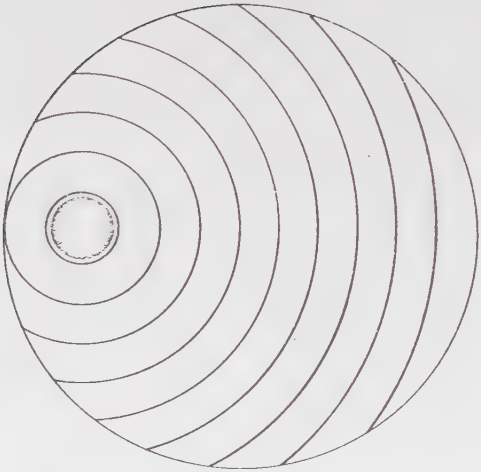
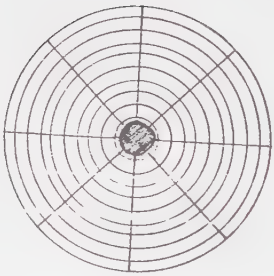
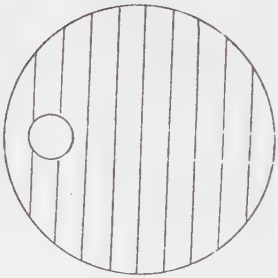
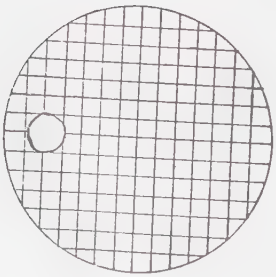


Abb. 2: Halbschematische Darstellung der Testanlage.
1 Spiegel, 2 Motor mit Exzenter, 3 Führung für den Perlonfaden, 4 Zylinder, 5 Perlonfaden, 6 Loch im Deckel des Kastens, 7 Glühbirne in Schraubhalter, 8 Seitenwand des Kastens, 9 Glasschale, 10 Öffnung im Kasten zur Belüftung des Inneren, 11 Glasplatte, 12 Profilleiste, 13 Schablone, 14 Bodenplatte. Näheres siehe Text.









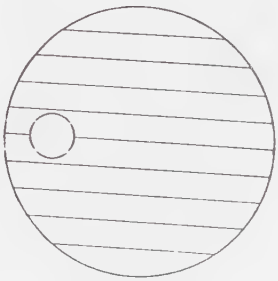


Abbildung 3

ldung 3: Ansicht einiger Schablonen, mit deren Hilfe die Abstands- bzw. Ortsangaben protokolliert wurden.

Oben: Bei dezentral angeordneter Attrappe (schwarzes Feld) sind durch konzentrische Kreise zehn Bereiche hergestellt.
Mitte links: Bei zentral angeordneter Attrappe sind Kreise um den Mittelpunkt unter der Attrappe herum gezeichnet. Es ergeben sich bis zum Rand der Glasschale zehn Abstandsbereiche.
Unten links: Im Abstand von je 2,0 cm zueinander sind senkrechte und waagerechte Geraden gezogen. Die Aufenthaltsereignisse werden als Ortsangaben protokolliert.
Mitte rechts: Schablone mit tiefschwarzen senkrechten und hier nicht dargestellten dünnen waagerechten Linien.
Unten rechts: Schablone mit tiefschwarzen waagerechten und hier nicht dargestellten dünnen senkrechten Linien. Außer den dargestellten Schablonen wurde eine rein weiße Schablone benutzt. Die als Kreis dargestellte Attrappe ist nicht auf den Schablonen abgebildet.

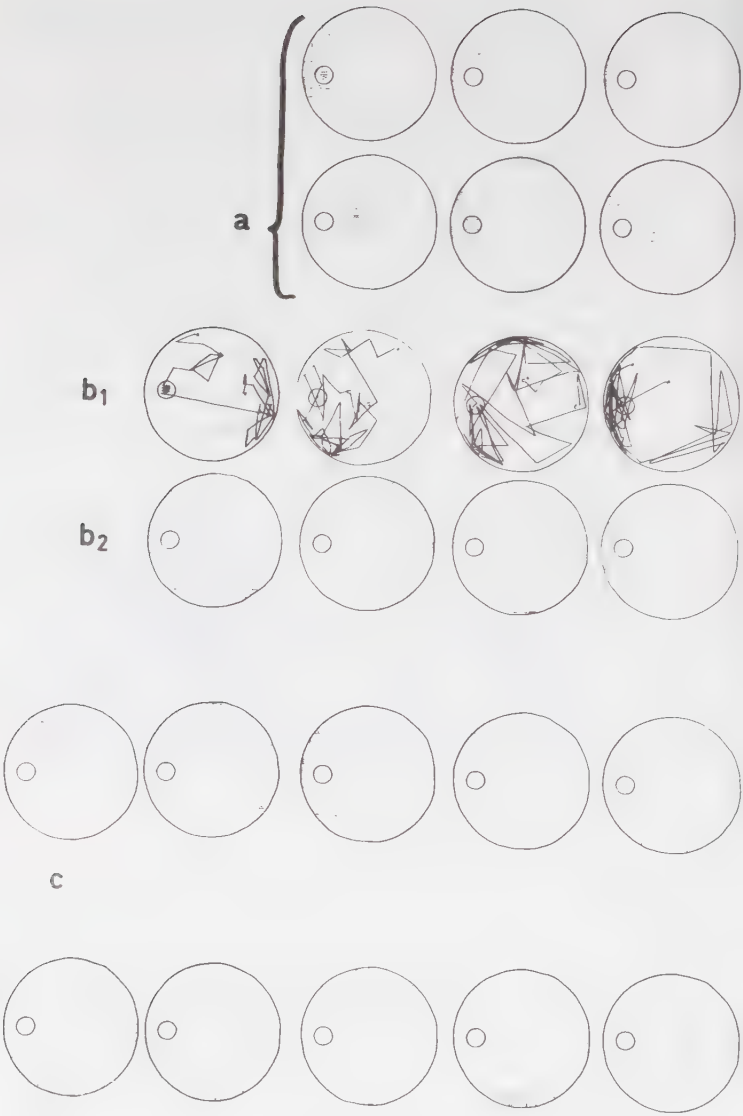


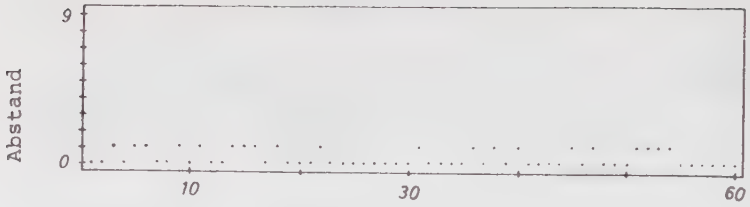
Abbildung 4

ldung 4: Darstellung von Aufenthaltsereignissen. Versuchstiere: Tilapia tholloni, die verschieden alt sind und unterschiedlich aufgewachsen waren.

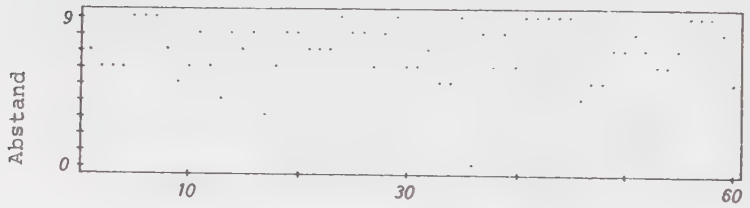
a) Die Tiere sind sechs Tage alt und seit einem Tag mit Attrappe aufgewachsen.
b) Die Tiere sind 8 Tage alt und waren ohne Attrappe aufgewachsen. In den Teilbildern b1 sind die Punkte, die Aufenthaltsereignissen entsprechen, in der beobachteten zeitlichen Reihenfolge verbunden.
c) Die Tiere sind 10 Tage alt und waren mit Attrappe aufgewachsen.
d) Die Tiere sind 10 Tage alt und waren ohne Attrappe aufgewachsen.

Wenn Punkte innerhalb des kleinen Kreise, der die Attrappe darstellen soll, wiedergegeben sind, hat sich das Tier über oder unter der Attrappe aufgehalten.

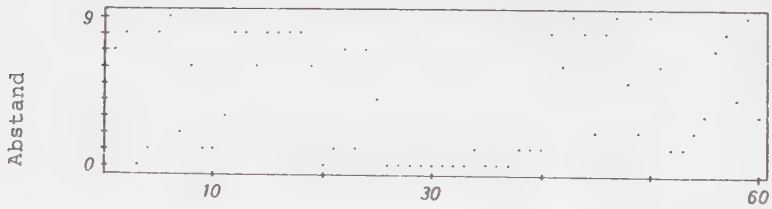
Bei dieser Art der Darstellung - Aufenthaltsereignisse als Ortsangaben in je einem Bild pro Tier - sind mögliche Einflüsse von Aufzuchtbedingungen und Alter nur schlecht quantifizierbar.



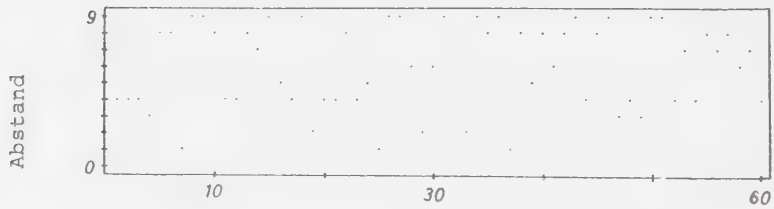
Zeitpunkte in der Testzeit



Zeitpunkte in der Testzeit



Zeitpunkte in der Testzeit



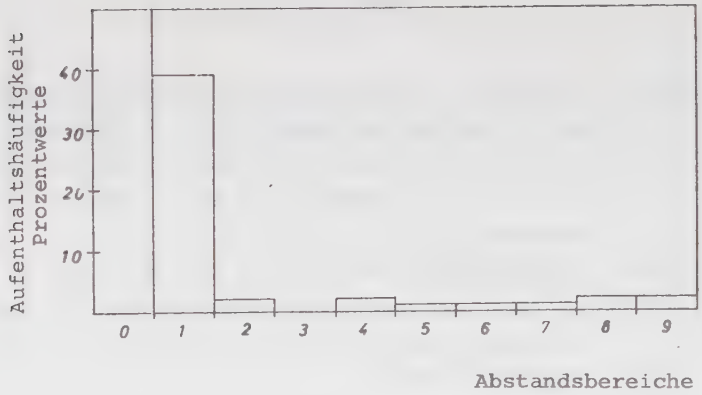
Zeitpunkte in der Testzeit

Abb.5

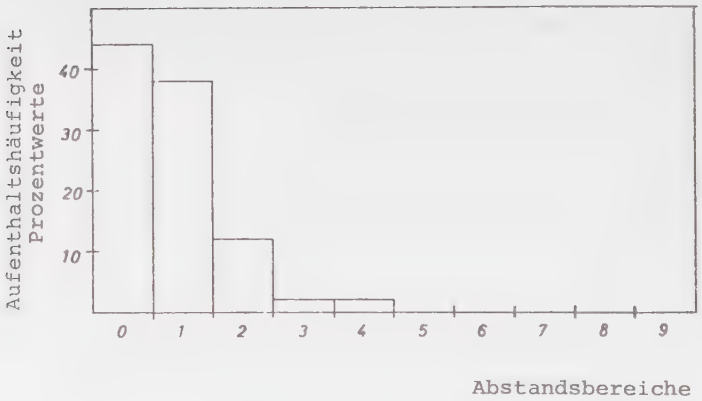
ldung 5: Grafische Darstellungen von Abstandsprotokollen. Die Größe der Abstandswerte (vgl. Ordinate) ist in der zeitlichen Reihenfolge der je 5 Sekunden auseinanderliegenden Zeitpunkte (Abszisse) aufgetragen.

Versuchstiere: T.nilotica, die in a und b 12 Tage alt sowie in c und d 20 Tage alt waren. Aufzucht bei a und c mit Attrappe, bei b und d ohne Attrappe.

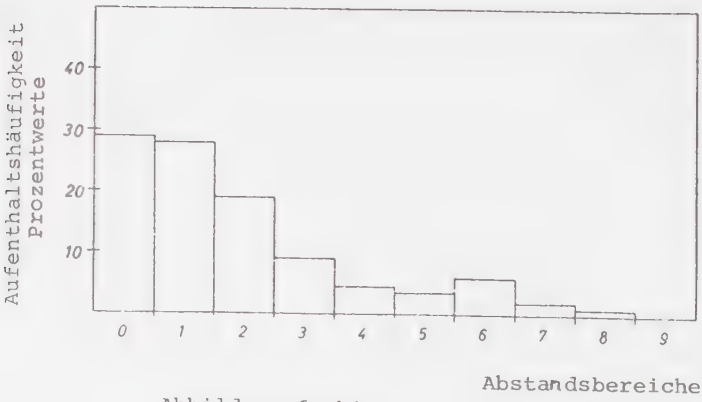
Die Darstellungen zeigen, wie stark die Abstandswerte unter den genannten Bedingungen variierten.



a

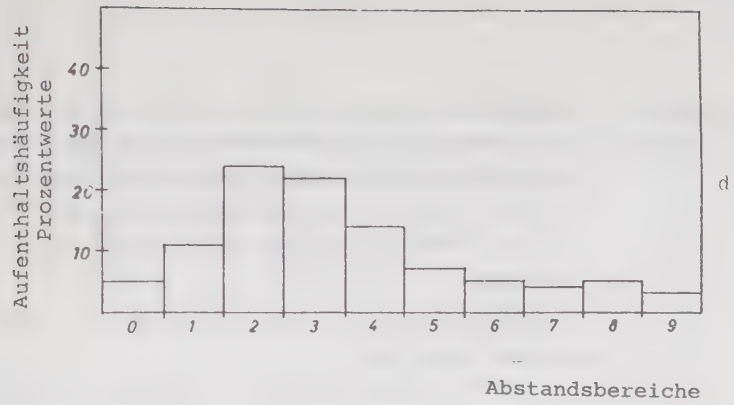


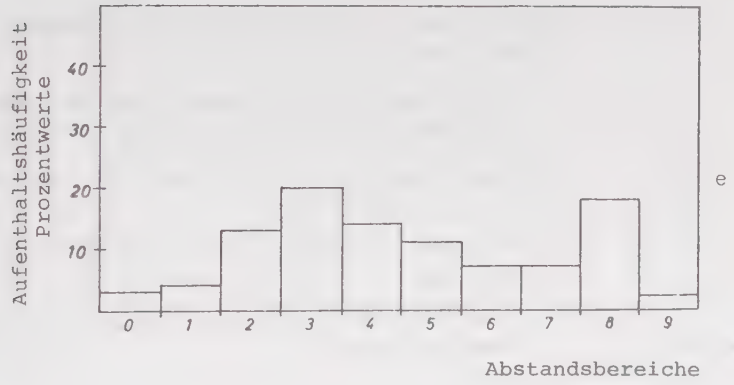
b



c

Abbildung 6a bis c





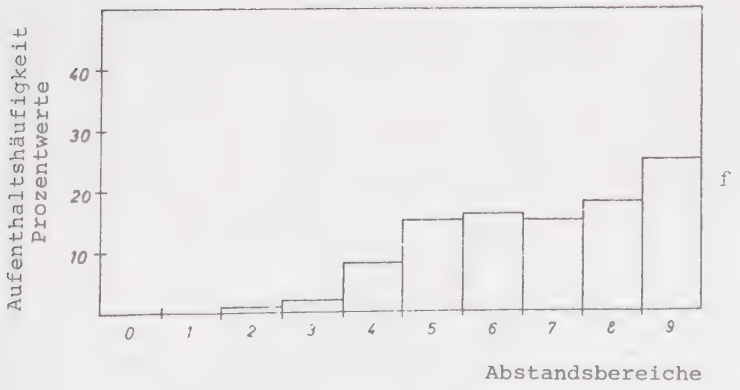


Abbildung 6d bis f

Abbildung 6a bis f: Häufigkeitsverteilungen von Abstandswerten bei dezentraler Anordnung der Attrappe. Die prozentualen Häufigkeitswerte sind über den betreffenden Bereichen aufgetragen. Die Teilbilder a bis c sprechen für Bindung an die Attrappe.

a: T.nilotica, 10 Tiere, 12 Tage alt, Aufzuch mit Attrappe.

b: T.tholloni, 10 Tiere, 7 Tage alt, Aufzucht mit Attrappe.

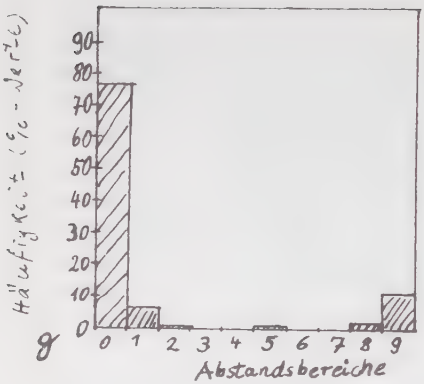
c: T.mariae, 6 Tiere, 8 Tage alt, Aufzucht oh Attrappe.

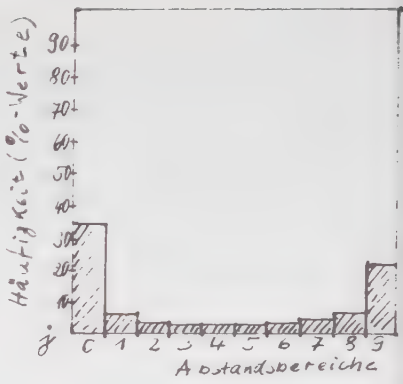
Die Teilbilder d bis f lassen sich im Sinne einer abnehmenden Bindung interpretieren.

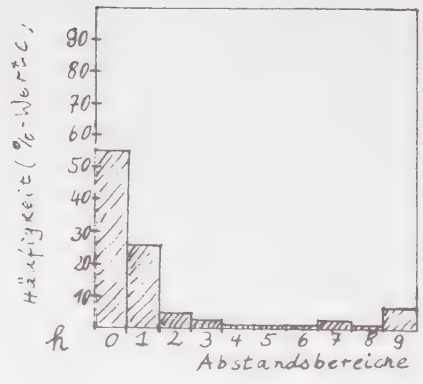
d: T.tholloni, 10 Tiere, 9 Tage alt, Aufzucht mit Attrappe.

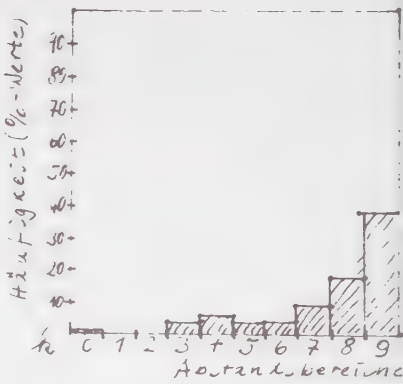
e: T.mariae, 5 Tiere, 18 Tage alt, Aufzucht m Attrappe.

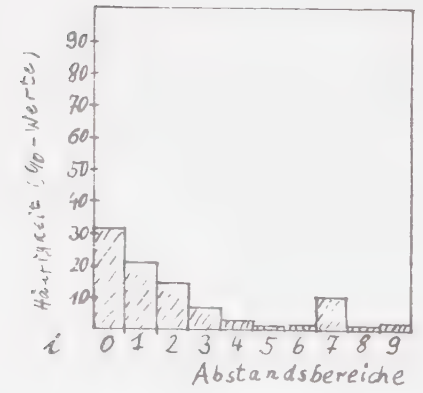
f: T.nilotica, 10 Tiere, 14 Tage alt, Aufzucht ohne Attrappe.


Häufigkeit (%-Werte)
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
g
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
Abstandsbereiche


Häufigkeit (%-Werte)
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
j
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
Abstandsbereiche


Häufigkeit (%-Werte)
90
80
70
60
50
40
30
20
10
h
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
Abstandsbereiche


Häufigkeit (%-Werte)
90
80
70
60
50
40
30
20
10
k
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
Abstandsbereiche


Häufigkeit (%-Werte)
90
80
70
60
50
40
30
20
10
i
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
Abstandsbereiche

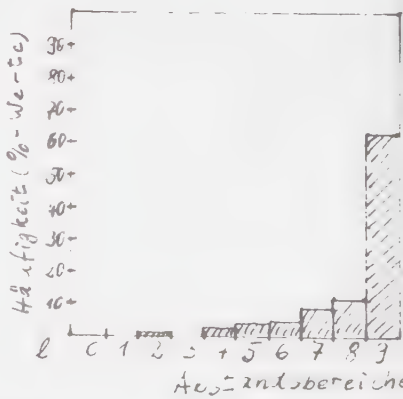

Häufigkeit (%-Werte)
90
80
70
60
50
40
30
20
10
l
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
Abstandsbereiche

Abbildung 4

lung bis l: Prozentuale Aufenthaltshäufigkeiten in den Abstandsbereichen 0 bis 9 bei zentraler Anordnung der Attrappe. Die Häufigkeiten stammen von folgenden Tieren:

g: 15 T.mariae im Alter von 9 Tagen nach Aufzucht ohne Attrappe.

h: 12 T.nilotica im Alter von 12 Tagen nach Aufzucht mit Attrappe.

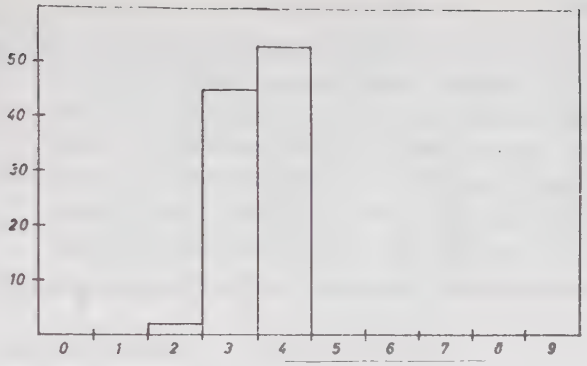
i: 9 T.tholloni im Alter von 7 Tagen nach Aufzucht mit bewegter Attrappe.

j: 15 T.mariae im Alter von 11 Tagen nach Aufzucht mit sichtbarer Attrappe.

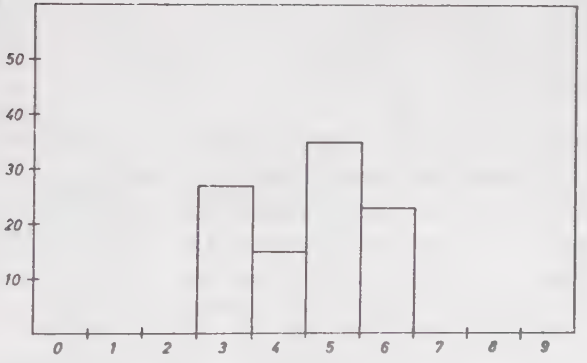
k: 12 T.nilotica im Alter von 14 Tagen nach Aufzucht mit sichtbarer Attrappe.

l: 9 T.tholloni im Alter von 14 Tagen nach Aufzucht mit Attrappe.

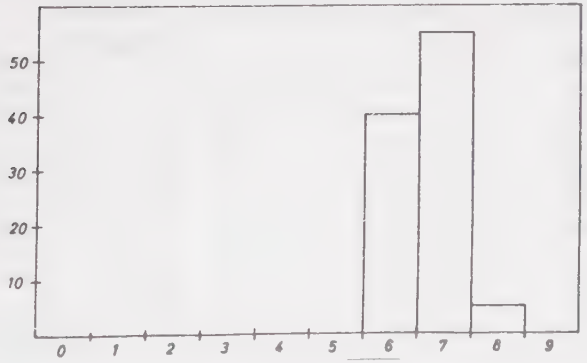
Die Einzelbilder lassen sich - in alphabetischer Reihenfolge betrachtet - als Ausdruck abnehmender Bindungsstärke interpretieren.



a

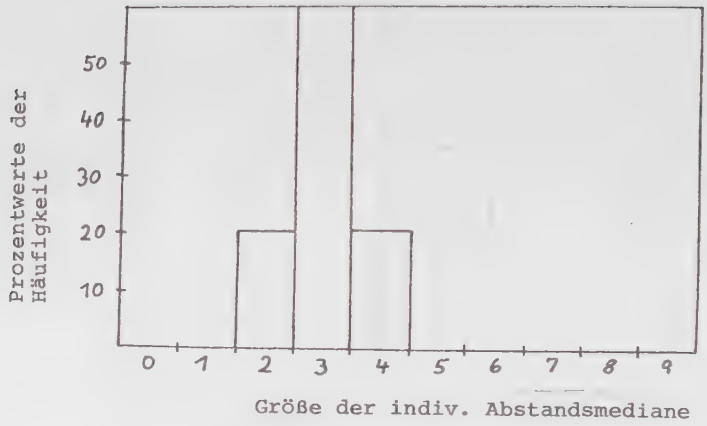


b

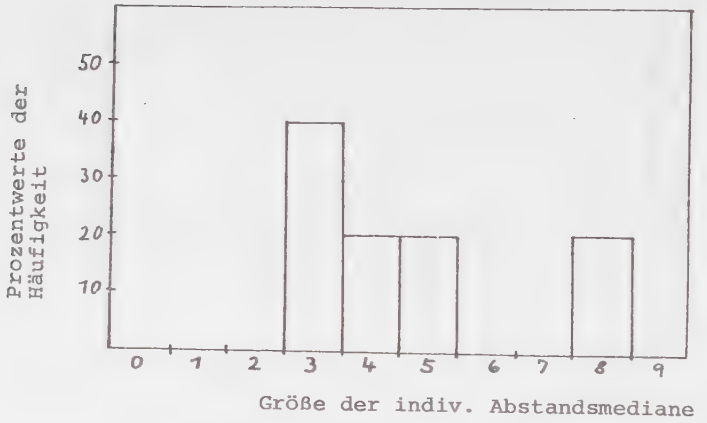


c

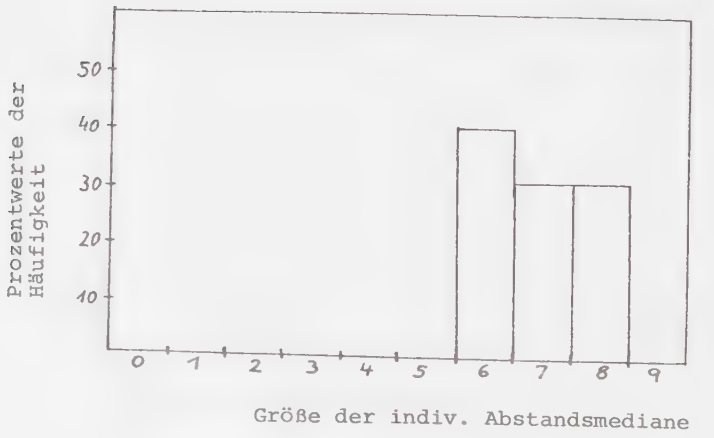
Abbildung 7a bis c



d



e

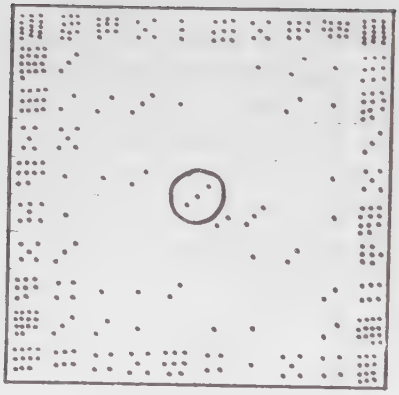


f

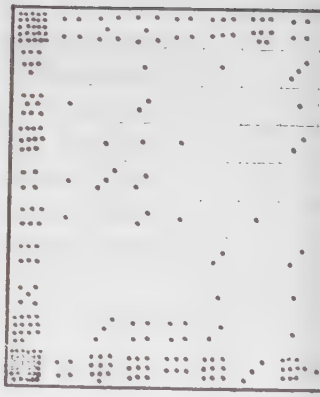
Abbildung 7 d bis f

bildung 7a bis c: Prozentuale Häufigkeiten normierter Abstandswerte verschiedener Größe. Die zugrundeliegenden Häufigkeiten von Abstandswerten des Teilbildes a sind in Abb.5d, die des Teilbildes b in Abb.5e, die des Teilbildes c in Abb.5f enthalten. Die Verteilungen der normierten Abstandswerte sind steiler als die Verteilungen der Einzelwerte des Abstandes.

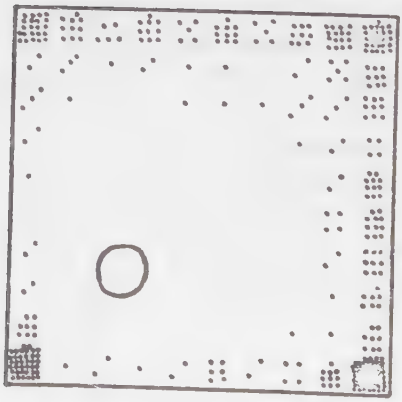
bildung 7d bis f: Prozentuale Häufigkeiten von individuellen Abstandsmedianen verschiedener Größe. Die zugrundeliegenden Verteilungen von Einzelwerten des Abstandes zum Teilbild d sind in Abb.5d, zum Teilbild e in Abb.5e, zum Teilbild f in Abb.5f dargestellt. Die Verteilungen der individuellen Abstandsmediane sind nicht so steil wie die Verteilungen der normierten Abstandswerte, sie sind aber auch steiler als die Verteilungen der Einzelwerte des Abstandes.



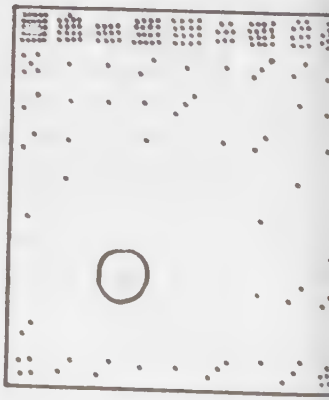
a



b



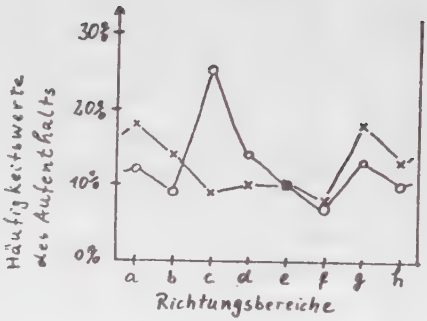
c



d

Abbildung 8

bbildung 8: Darstellungen von Aufenthaltsereignissen in einer eckigen Testschale von 30 cm Kantenlänge. Die Versuchstiere waren je 6 T.mariae im Alter von 21 Tagen. Die Tiere der Teilbilder a und c waren mit Attrappe aufgewachsen, die Tiere der Teilbildet b und d waren ohne Attrappe aufgewachsen. Kaum beeinflußt von der Anwesenheit bzw. dem Ort der Attrappe hielten die Tiere, von denen je 60 Aufenthaltsorte protokolliert waren, sich vorzugsweise in den Ecken und nahe der Wand des Versuchsgefäßes auf.


30%
20%
10%
0%
Häufigkeitswerte des Aufenthalts
a b c d e f g h
Richtungsbereiche
x—x Tiere mit Attrappe getestet
o—o Tiere ohne Attrappe getestet

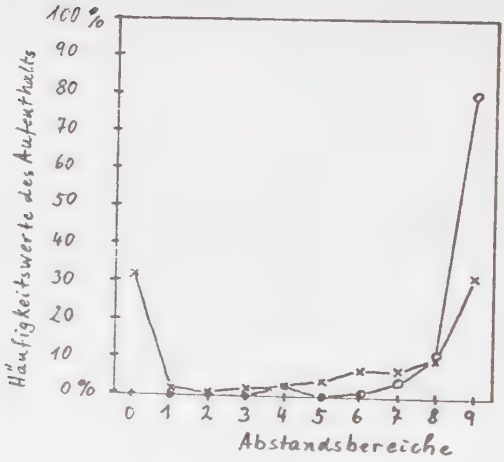

100 %
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0 %
Häufigkeitswerte des Aufenthalts
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
Abstandsbereiche

Abb. 9

bildung 9: Häufigkeitswerte des Aufenthalts in den (oben) Richtungsbereichen und den (unten) Abstandsbereichen bei zentral angeordneter Attrappe. Die Prozentwerte ergaben sich aus Versuchen mit 6 T.mariae im Alter von 16 Tagen, die mit Attrappe aufgewachsen waren. Die Häufigkeitswerte in den Richtungsbereichen liegen um den Durchschnittswert 12,5% herum. Die Häufigkeitswerte in den Abstandsbereichen lassen auf einen Einfluß der Attrappe schließen. Die ohne Attrappe getesteten Tiere hielten sich vorzugsweise bei der Wand (im Abstandsbereich 9) auf. Die Häufigkeitsverteilung der mit Attrappe getesteten Tiere ist u-förmig mit relativ hohen Häufigkeitswerten in den Bereichen 0 (bei der Attrappe) und 9 (an der Wand).

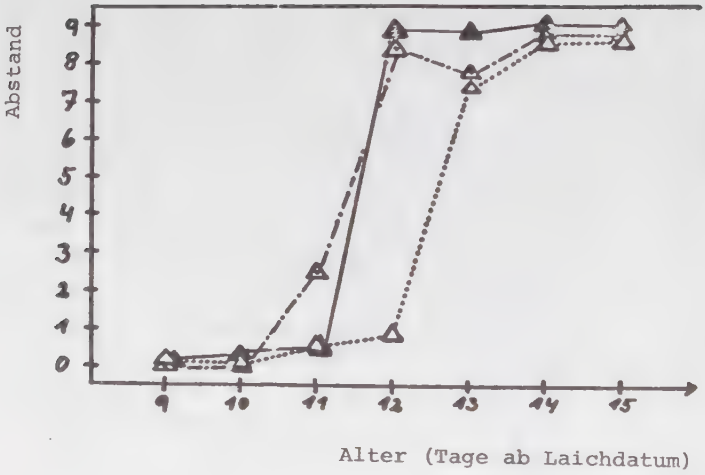

Abstand
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
9
10
11
12
13
14
15
Alter (Tage ab Laichdatum)

Abb.10

bildung 10: Zeitlicher Verlauf der Durchschnittswerte des Abstandes von T.mariae, die bei zentraler Anordnung der Attrappe getestet wurden und

mit Attrappe,
ohne Attrappe bzw.
mit sichtbarer Attrappe

aufwuchsen. Die Abbildung läßt Bindung der Tiere an die Attrappe nur bis zum 11. bzw. 12.Tag ab Laichdatum erkennen.

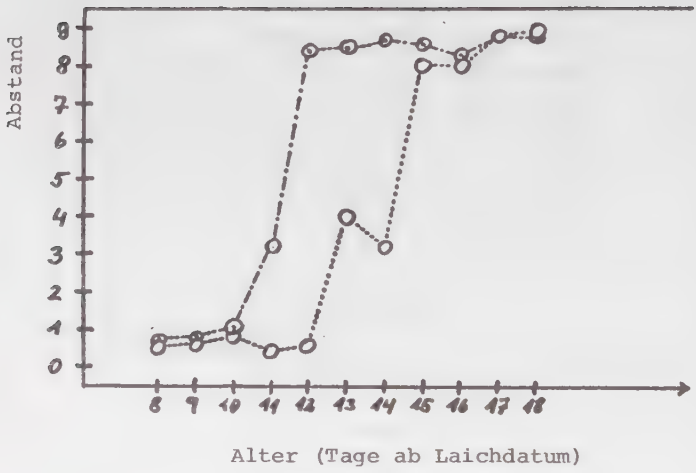

Abstand
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
Alter (Tage ab Laichdatum)

Abb.11

ildung 11: Zeitlicher Verlauf der Durchschnittswerte des Abstandes von T.nilotica, die bei zentraler Anordnung der Attrappe getestet wurden und

mit Attrappe bzw.

mit sichtbarer Attrappe

aufwuchsen. Die Abbildung läßt Bindung der Tiere an die Attrappe nur bis zum 10. bzw. 12.Tag ab Laichdatum erkennen.

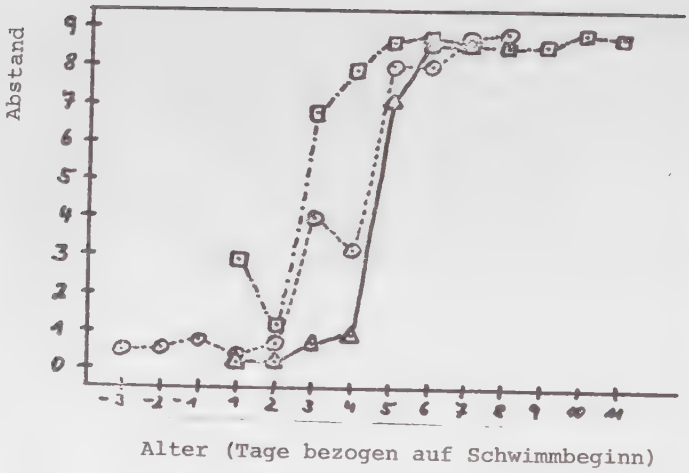

Abstand
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
-3
-2
-1
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
Alter (Tage bezogen auf Schwimmbeginn)

Abb.12

bildung 12: Zeitlicher Verlauf von Durchschnittswerten des Abstandes von Tilapien verschiedener Arten (T.mariae, T.nilotica, T.tholloni). Alle Tiere wuchsen mit bewegter Attrappe auf. Altersbezug ist der Tag des Schwimmbeginns. Die Abbildung läßt Bindung der Tiere an die Attrappe nur bis zum 2. bzw. 4.Tag ab Schwimmbeginn erkennen.

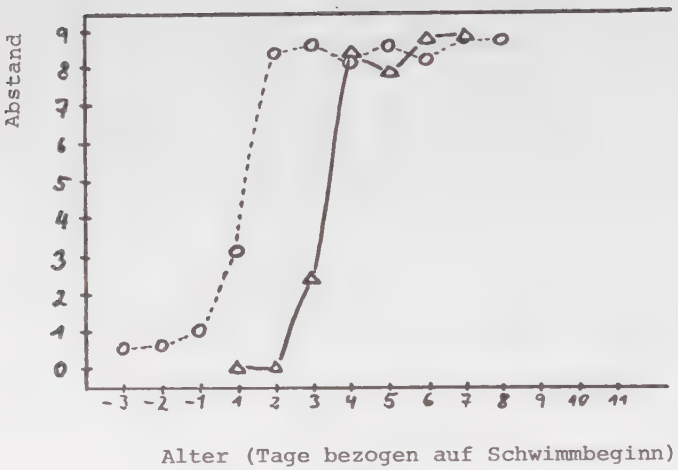

Abstand
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
-3
-2
-1
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
Alter (Tage bezogen auf Schwimmbeginn)

Abb.13

bildung 13: Zeitlicher Verlauf von Durchschnittswerten des Abstandes von T.nilotica (○----○) und T.mariae (△——△) nach Aufzucht mit sichtbarer Attrappe. Altersbezug ist der Tag des Schwimmbeginns. Die Abbildung läßt Bindung der Tiere an die Attrappe nur bis zum 1. bzw. 3.Tag ab Schwimmbeginn erkennen.

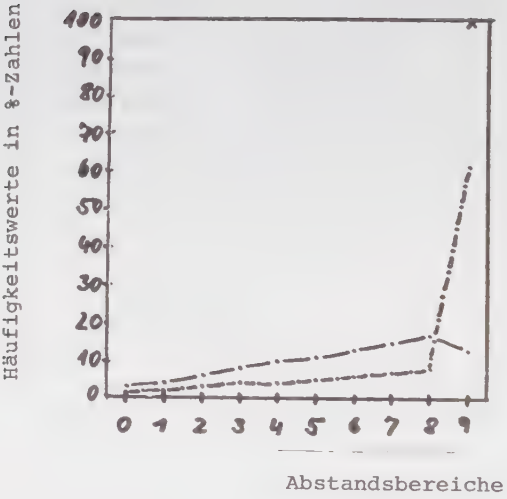

Häufigkeitswerte in %-Zahlen
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
Abstandsbereiche

Abb.14

bildung 14: Verteilungen von Häufigkeitswerten des Aufenthaltes in den Abstandsbereichen entsprechend zentraler Anordnung der Attrappe. Die Häufigkeitswerte entsprechen drei verschiedenen Hypothesen des Aufenthalts:

—∘— •— Volumen-Gleichverteilungs-Hypothese,

-·-·-·-· Gesamtflächen-Gleichverteilungs-Hypothese,

× Wand-Gleichverteilungs-Hypothese.

(Nähere Erläuterung im Text)

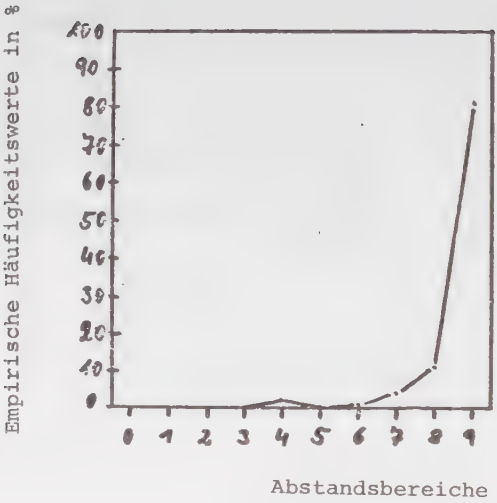

Empirische Häufigkeitswerte in %
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
Abstandsbereiche

Abb.15

bildung 15: Empirische Verteilung von Häufigkeitswerten in den 10 Abstandsbereichen entsprechend zentraler Anordnung der Attrappe. Im Test war die Attrappe nicht in der Glasschale. Beachtlich ist die Ähnlichkeit zu derjenigen Kurve in Abb.14, die Häufigkeiten entsprechend der Gesamtflächen-Verteilungs-Hypothese darstellt.

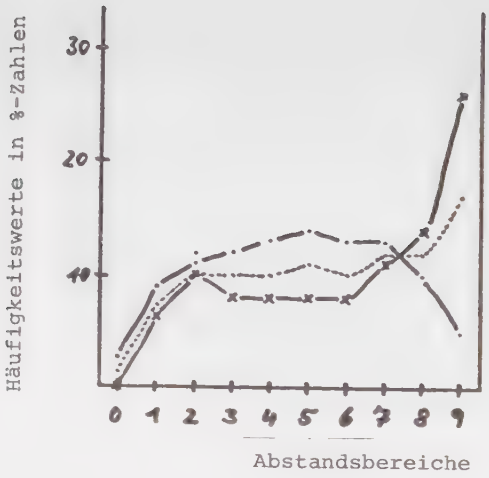

Häufigkeitswerte in %-Zahlen
30
20
10
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
Abstandsbereiche

Abb.16

bildung 16: Prozentuale Häufigkeitswerte von Aufenthaltsereignissen entsprechend dezentraler Anordnung der Attrappe. Die Kurven entsprechen verschiedenen Verteilungshypothesen:

•——• Volumen-Gleichverteilungs-Hypothese,

×——× Wand-Gleichverteilungs-Hypothese,

•·····• Gesamtflächen-Gleichverteilungs-Hypothese.

Näheres findet sich im Text.

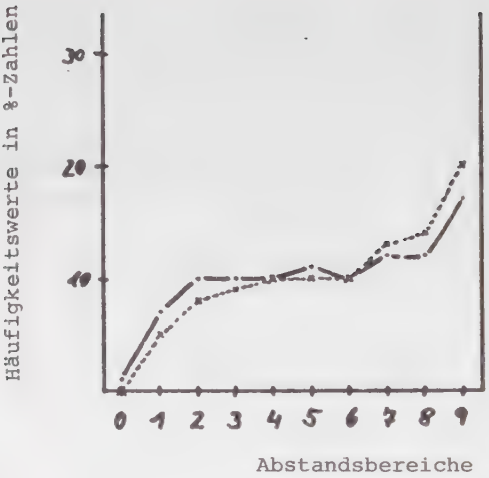

Häufigkeitswerte in %-Zahlen
30
20
10
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
Abstandsbereiche

Abb.17

bildung 17: Nahezu paralleler Verlauf von Häufigkeits-
polygonen, die •——• der Gesamtflächen-
Gleichverteilungs-Hypothese entsprechen bzw.
x----x in einer experimentell erhaltenen
Verteilung (20 T.mariae im Alter von 12 Tagen)
bei Test ohne Attrappe über der Schablone ent-
sprechend der dezentralen Anordnung der Attrap-
pe erhalten wurden. Die möglichen Ursachen
für die beachtliche Übereinstimmung werden
im Text erläutert.

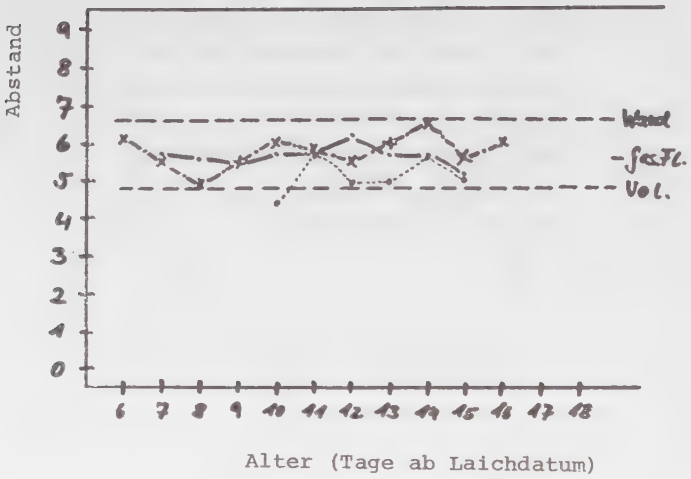
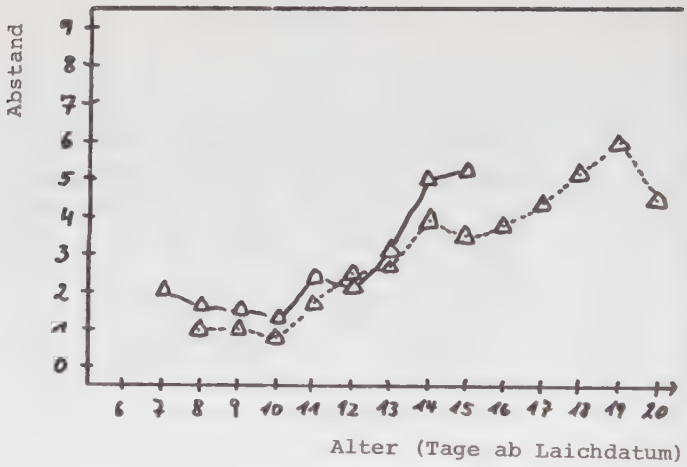

Abstand
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
Wand
-ʃα.Fl.
Vol.
Alter (Tage ab Laichdatum)

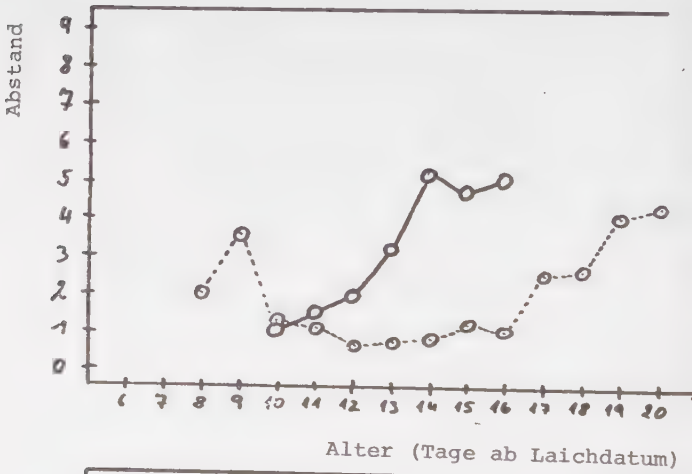
Abb.18

bildung 18: Ergebnisse von Tests ohne Attrappe über der Schablone entsprechend der dezentralen Anordnung der Attrappe. Aus den Häufigkeiten, mit denen die Tiere in den verschiedenen Abstandsbereichen waren, wurden wie üblich Mediane berechnet. Die von T.mariae (•———•), T.nilotica (•-------•) und T.tholloni (×—•—×) erhaltenen Mediane verteilen sich um den Wert entsprechend dem "Abstand" bei Gleichverteilung an der Gesamtfläche. Sie sind kleiner als der Wert bei Gleichverteilung an der Wand. Sie sind - von einer Ausnahme abgesehen - größer als der Wert bei Gleichverteilung im Volumen.

a


Abstand
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Alter (Tage ab Laichdatum)

b


Abstand
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Alter (Tage ab Laichdatum)

c

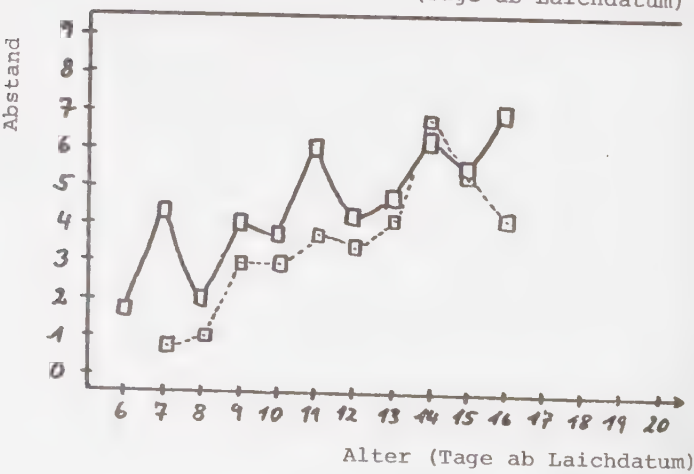

Abstand
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Alter (Tage ab Laichdatum)

Abb.19

bildung 19: Gegenüberstellungen von Abstandswerten, die einen Einfluß der Bewegung der Attrappe erkennen lassen.
a) T.mariae, b) T.nilotica, c) T.tholloni. Die an stehender Attrappe aufgewachsenen und getesteten Tiere (Symbole ohne Punkt) sind nicht so nahe bei der Attrappe, wie die mit bewegter Attrappe (Symbole mit Punkt) aufgewachsenen und getesteten Tiere. Besonders auffällig ist der Unterschied bei T.nilotica.

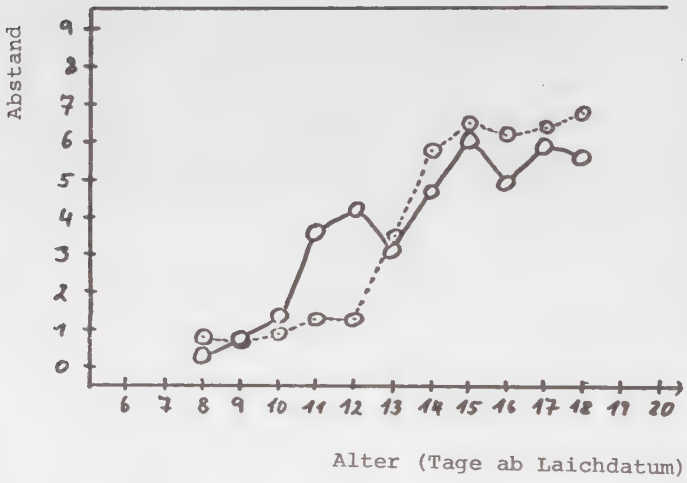
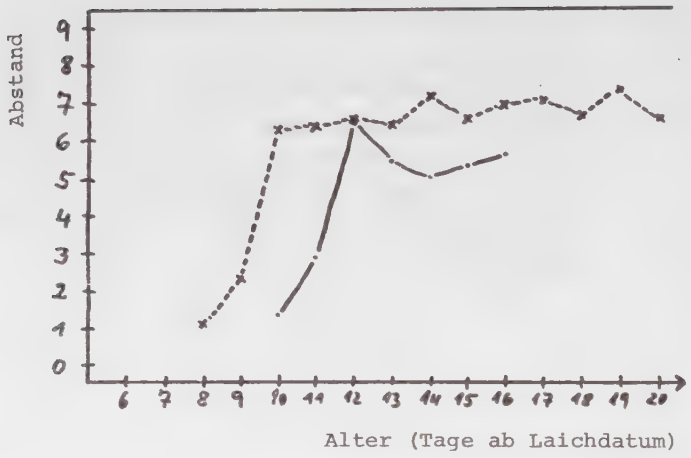

Abstand
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
Alter (Tage ab Laichdatum)

Abb.20

bildung 20: Zeitlicher Verlauf der Abstandswerte bei T.nilotica, die O—O an bewegter Attrappe aufwuchsen und an stehender Attrappe getestet wurden bzw. O-----O an stehender Attrappe aufwuchsen und an bewegter Attrappe getestet wurden. Die Kurven lassen kaum auf lange anhaltende Bindungsbereitschaft schliessen.

a


Abstand
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Alter (Tage ab Laichdatum)

b

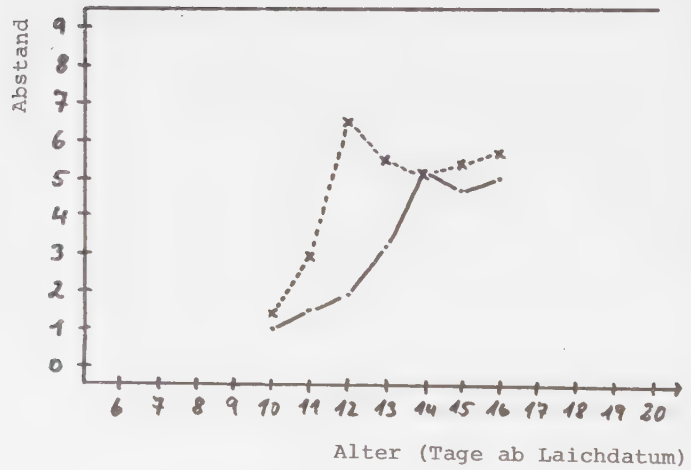

Abstand
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Alter (Tage ab Laichdatum)

Abb.21

bildung 21: Zeitlicher Verlauf von Abstandswerten aus Versuchen mit T.nilotica zum Einfluß der Attrappenbewegung auf Abstandswerte.
Teilbild a: Die Tiere wuchsen ohne Attrappe auf und wurden (x----x) an bewegter bzw. (•———•) an stehender Attrappe getestet. Die Bewegung der Attrappe führt zu höheren Abstandswerten.
Teilbild b: Jeweils Test an stehender Attrappe, die (x----x) ohne Attrappe aufgewachsenen Tiere sind weiter von der Attrappe entfernt als die (•———•) an stehender Attrappe aufgewachsenen Tiere.

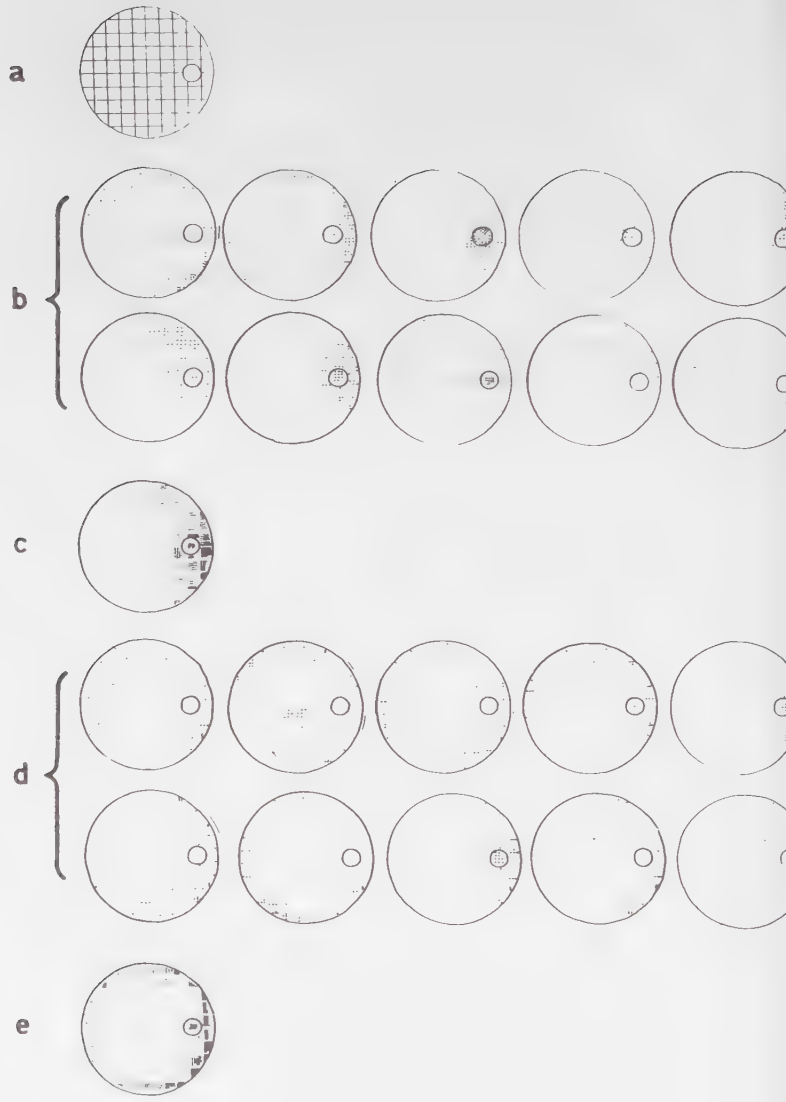
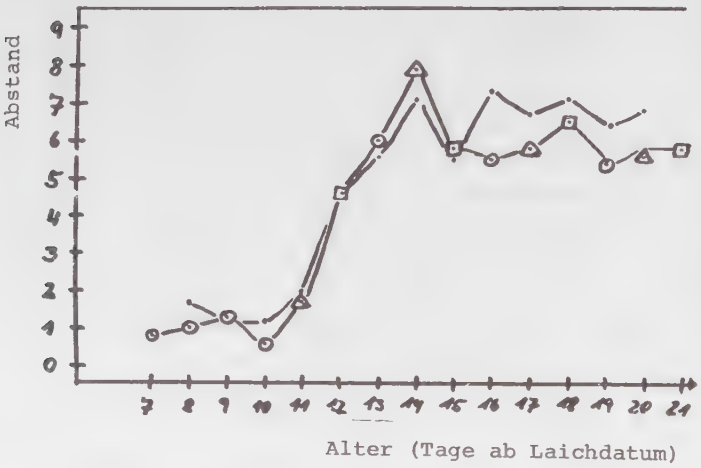


Abbildung 22

bildung 22: Aufenthaltsorte von T.mariae über einer Schablone des in a) dargestellten Typs bei dezentraler Anordnung der Attrappe. Die Teilbilder b) der Abbildung enthalten Ortsangaben, die von je einem 11 Tage alten Tier über der Schablone mit tiefschwarzen senkrechten Linien erhalten wurden. Das Teilbild c) enthält die Summierung der 10 unter b) dargestellten Bilder. Die Teilbilder d) enthalten Ortsangaben von je einem 12 Tage alten über der Schablone mit tiefschwarzen waagerechten Linien getesteten Tier. Im Teilbild e) sind die in d) enthaltenen Angaben summiert. Die in die Attrappensymbole (kleine Kreise) hineingeschriebenen Punkte und Zahlen geben an, wie oft Aufenthaltsereignisse unter bzw. über der Attrappe vorkamen.
Die Bilder c) und e) lassen die im Verhalten der Tiere gegebenen Unterschiede deutlicher erkennen als die Einzelbilder unter b) und d). Diese Unterschiede lassen sich aber nicht einfach auf die unterschiedliche Liniierung der Schablonen zurückführen.

Abb.23


Abstand
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
Alter (Tage ab Laichdatum)

bildung 23: Zeitlicher Verlauf der Abstandswerte in Versuchen mit T.mariae-Jungfischen zum Einfluß der Linien der Schablone auf die Abstandswerte, Aufzucht ohne Attrappe.
In einer Versuchsreihe wurden die Schablonen gewechselt:

Schablone ohne Linien, die Tiere wurden fotografiert,

Schablone mit senkrechten tiefschwarzen Linien,

Schablone mit waagerechten tiefschwarzen Linien.

Die Gegenüberstellung zu der Versuchsreihe , bei der stets die Schablone mit kaum sichtbaren Kreisbögen benutzt wurde, läßt kaum unterschiedlich große Abstandswerte erkennen.

Abbildung 24

bildung 24: Skizzen vom Aufenthalt von Jungfischgruppen in der Testschale (äußerer Kreis) bei Anwesenheit der Attrappe (kleiner Kreis). Jedes Teilbild enthält 20 T.mariae, die mit Attrappe aufwuchsen. Zu je 3 nebeneinander angeordneten Teilbildern ist das Alter der Tiere angegeben. Die 3 Bilder in jeder Zeile geben die Tiere entsprechend dem ersten, 15ten und 30sten Negativ wieder. Es ist deutlich zu erkennen, daß der Durchmesser der Schar sowohl an den einzelnen Tagen wie auch mit dem Alter größer wird. Abbildungen von der Gruppe, die ohne Attrappe aufwuchs, werden nicht geliefert, da sie kaum Unterschiede zu den hier gezeigten Bildern erkennen lassen.

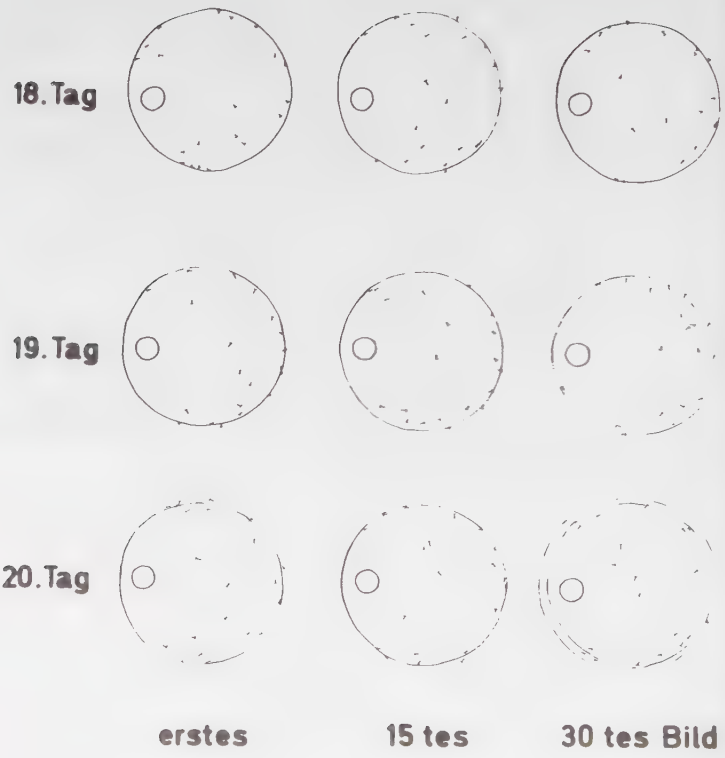


Abbildung 25

bildung 25: Skizzen vom Aufenthalt von Jungfischgruppen in der Testschale (äußerer Kreis) bei Anwesenheit der Attrappe (kleiner Kreis). Die Beziehung zu Alter und Reihenfolge am Tag entspricht der Abb.24. Die hier wiedergegebenen Skizzen sollen aufzeigen, daß ältere Tiere in der Testschale sich nicht zu einer Schar zusammenschlossen. Vielmehr hielten sich die Tiere recht nahe der Wand auf, die in der letzten Teilabbildung durch den äußeren großen Kreis angedeutet ist.

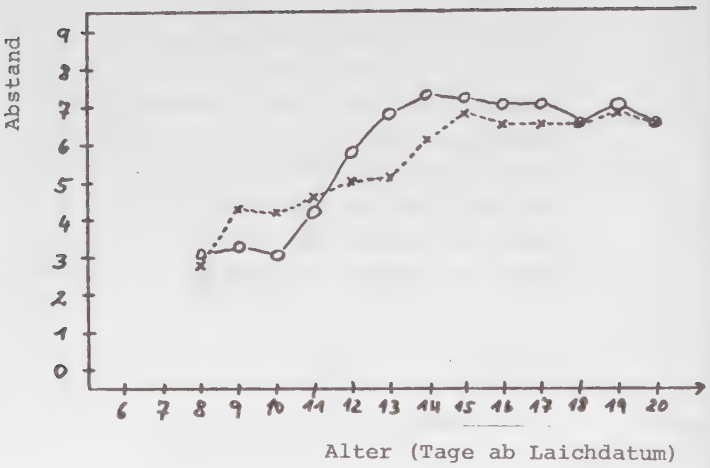
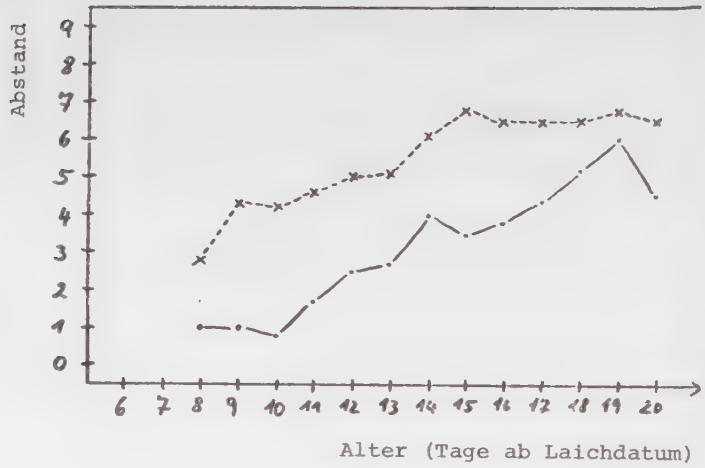

Abstand
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Alter (Tage ab Laichdatum)

Abb.26

bildung 26: Abstandswerte von T.mariae-Jungfisch-Gruppen, die O—O ohne bzw. X---X mit Attrappe aufwuchsen und täglich an der bewegten Attrappe in der Glasschale fotografiert wurden. Die Folgen der Abstandsmediane lassen keinen bedeutsamen Einfluß der Aufzuchtweisen erkennen.

a


Abstand
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 12 18 19 20
Alter (Tage ab Laichdatum)

b

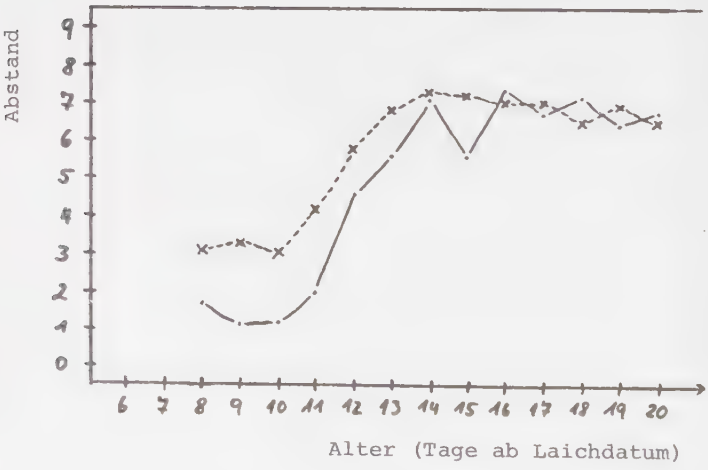

Abstand
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Alter (Tage ab Laichdatum)

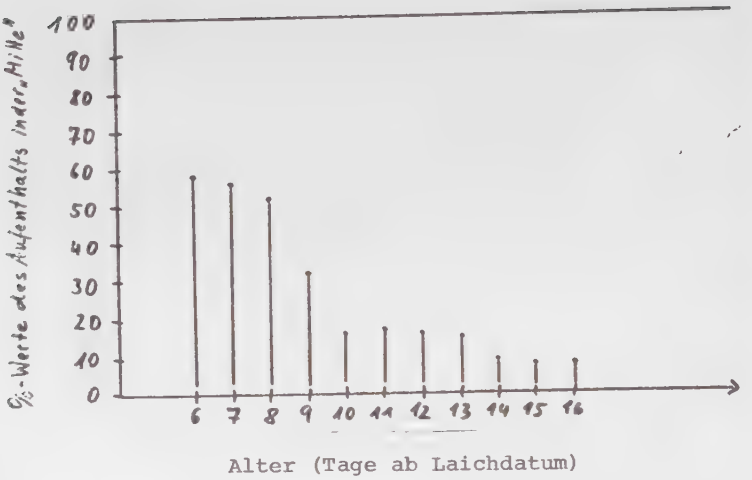
Abb. 27

ildung 27: Gegenüberstellungen von Abstandswerten, die von T.mariae-Jungfischgruppen stammen, zu Abstandswerten, die von T.mariae-Einzeltieren erhalten wurden.

a) Werte nach Aufzucht mit Attrappe •——•
von Einzeltieren, ×– – –× von der Gruppe.

b) Werte nach Aufzucht ohne Attrappe •——•
von Einzeltieren, ×– – –× von der Gruppe.

Abb.28


%-Werte des Aufenthalts in der „Mitte"
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
Alter (Tage ab Laichdatum)

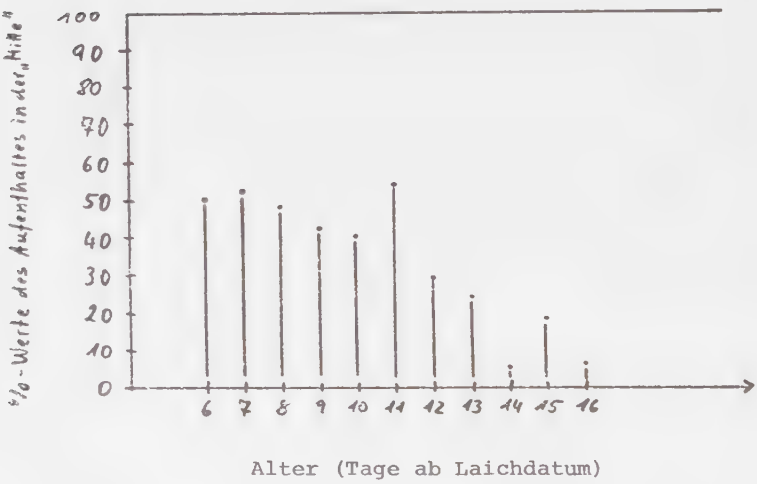
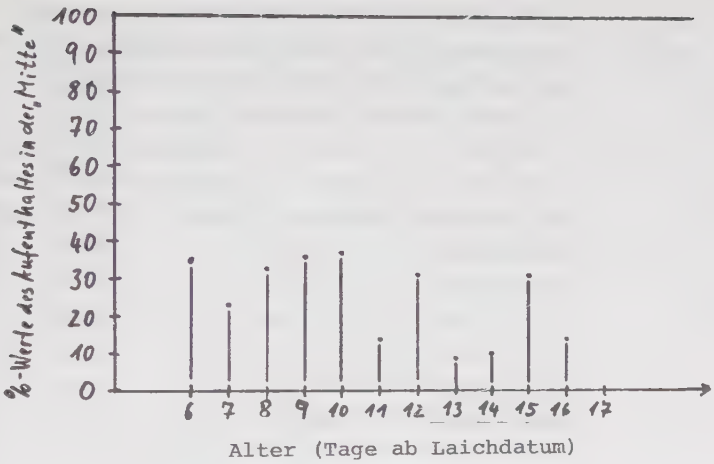
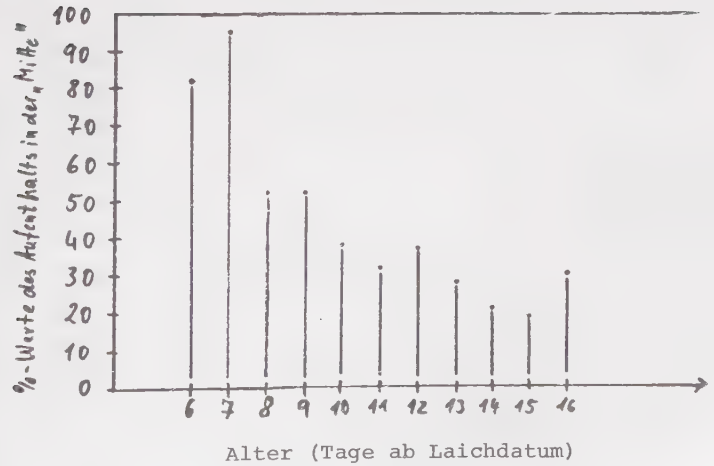

%-Werte des Aufenthaltes in der „Mitte"
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
Alter (Tage ab Laichdatum)

Abb.28


%-Werte des Aufenthaltes in der „Mitte"
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
Alter (Tage ab Laichdatum)

c

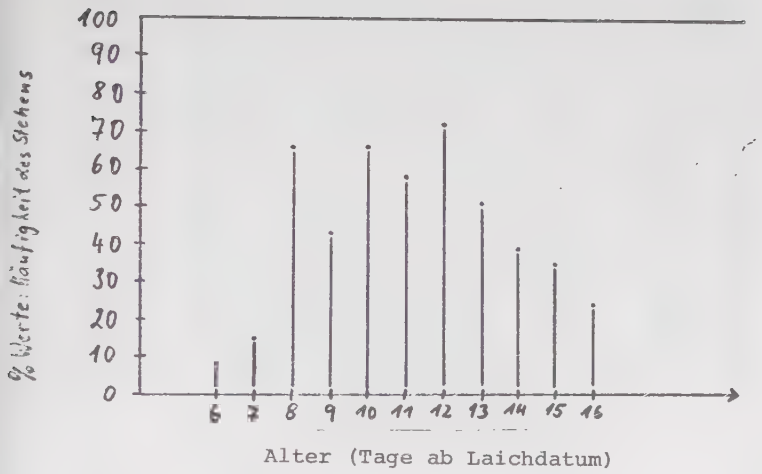

%-Werte des Aufenthalts in der „Mitte"
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
Alter (Tage ab Laichdatum)

d

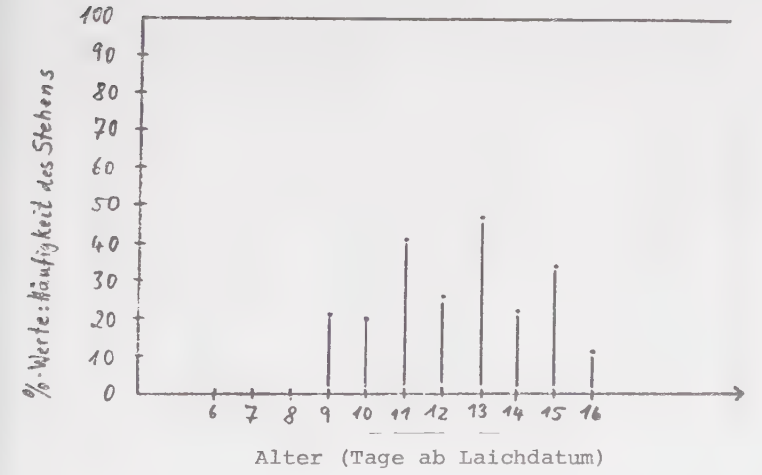
Abbildung 28: Darlegungen von Häufigkeitswerten die den Aufenthalt in der Mitte bzw. der Randzone des Testgefäßes betreffen. Die Häufigkeit, mit der sich die einzeln getesteten Tiere (sämtlich T.tholloni) in der Mitte (Abgrenzung im Test) aufhalten, sinkt mit fortschreitendem Alter. Die unterschiedlichen Aufzucht- und Testbedingungen scheinen dieses Verhalten kaum zu beeinflussen:

a) Aufzucht ohne Attrappe, Test mit bewegter Attrappe,
b) Aufzucht an stehender Attrappe, Test an stehender Attrappe,
c) Aufzucht und Test ohne Attrappe,
d) Aufzucht mit und Test mit bewegter, zentral angeordneter Attrappe.

Abb.29

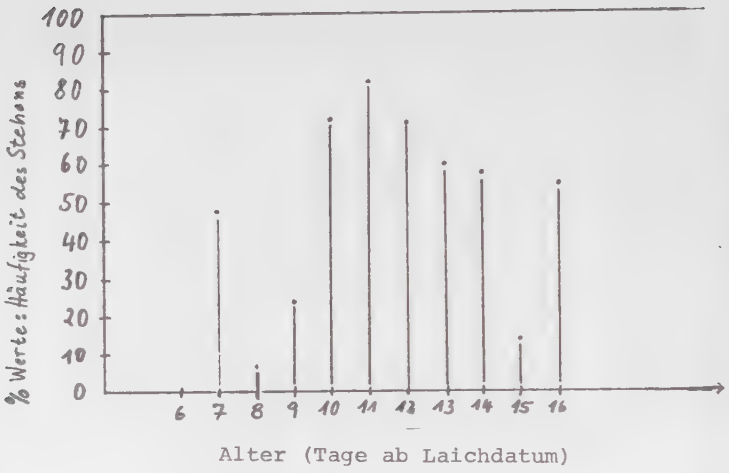

% Werte: Häufigkeit des Stehens
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
Alter (Tage ab Laichdatum)

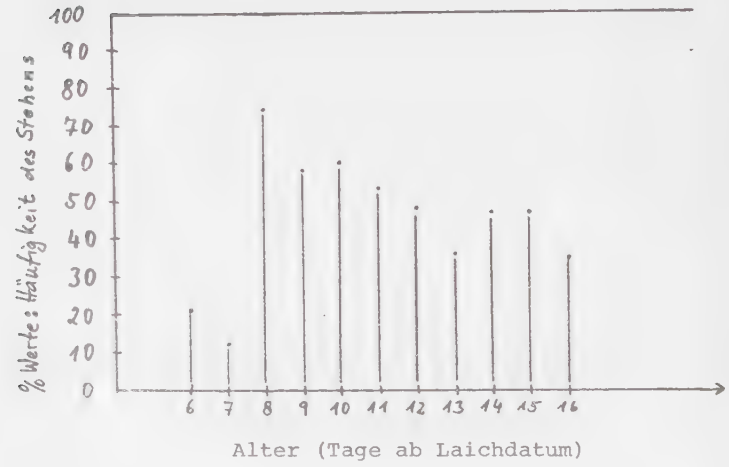
a


% Werte: Häufigkeit des Stehens
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
Alter (Tage ab Laichdatum)

b

Abb.29


% Werte: Häufigkeit des Stehens
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
Alter (Tage ab Laichdatum)


% Werte: Häufigkeit des Stehens
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
Alter (Tage ab Laichdatum)

bbildung 29: Darlegungen von Häufigkeitswerten, die das Stehen (Erläuterung im Text) der Tiere betreffen. Alle 4 Teilbilder enthalten Häufigkeitswerte, die von T.tholloni geliefert wurden. Diese Häufigkeitswerte stehen nicht in klarem Bezug zum Alter der Tiere, auch die Beziehung zu Aufzucht- und Testweise ist unklar.
a) Aufzucht ohne, Test mit bewegter Attrappe,
b) Aufzucht und Test ohne Attrappe,
c) Aufzucht und Test an stehender Attrappe,
d) Aufzucht mit bewegter, Test an bewegter, zentraler Attrappe.

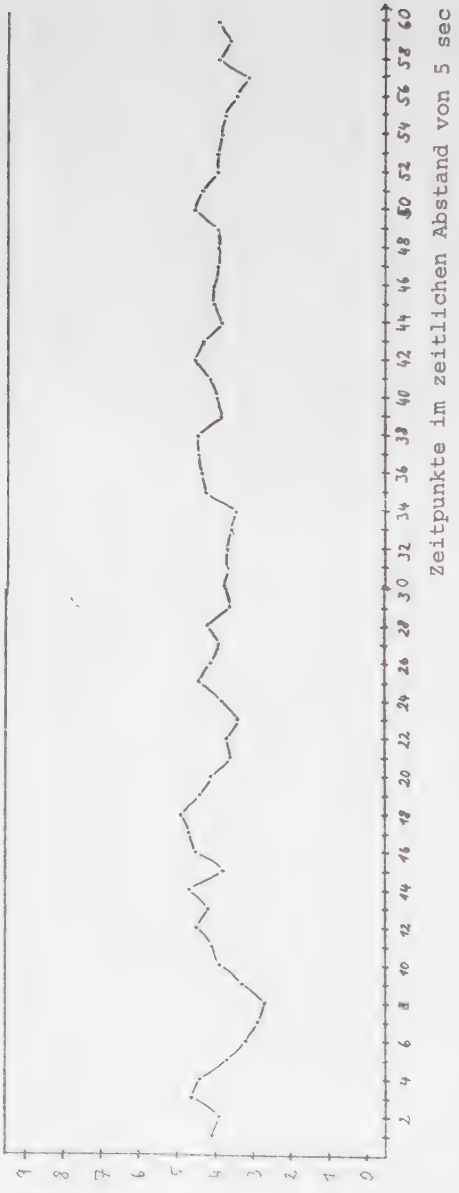

Abstand
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60
Zeitpunkte im zeitlichen Abstand von 5 sec

Abb.30a

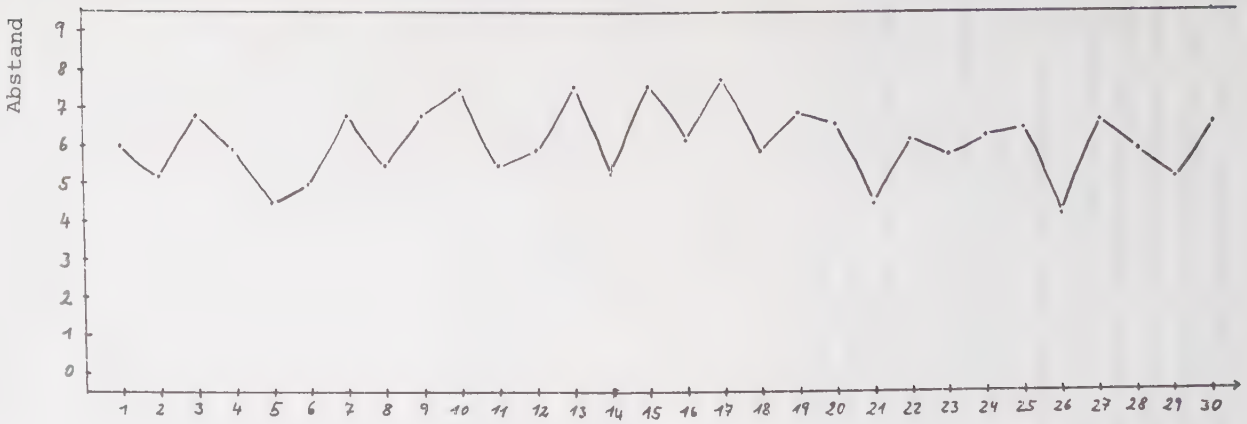

Abstand
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
Zeitpunkte im zeitlichen Abstand von 10 sec

Abb.30b

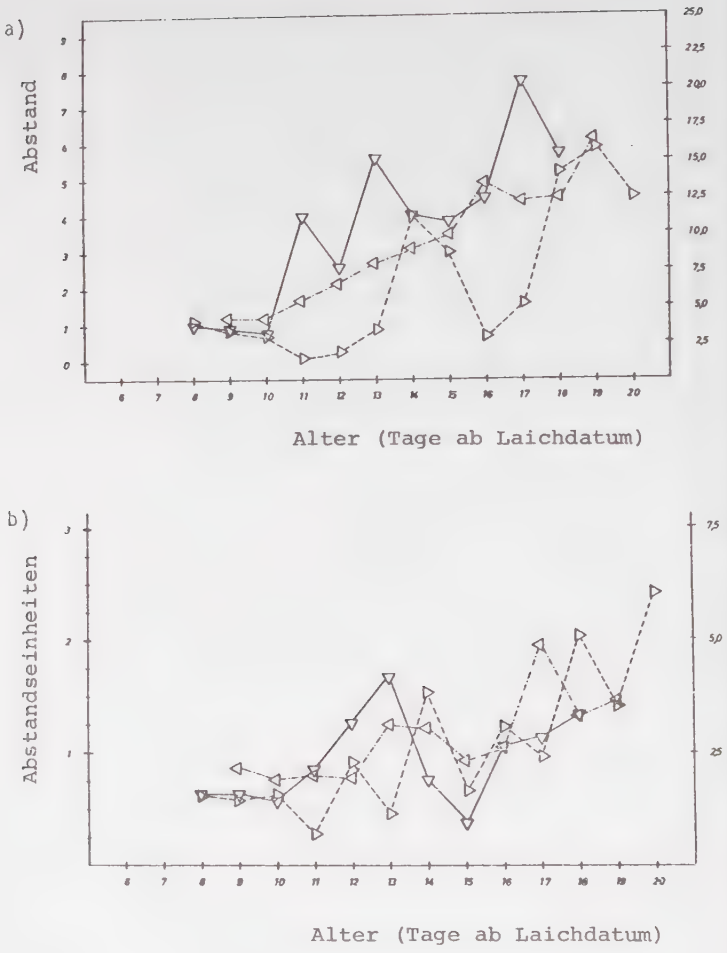
Abbildung 30: Darlegungen der Variation a) der Zeitpunktsmittelwerte $\bar{x}_i$ des Abstandes, sowie b) der Zeitpunktsmediane des Abstandes im Verlauf der 5 Testminuten. Die Darlegungen lassen kaum durchgängige Vergrößerung oder Verkleinerung im Verlauf der Testzeit erkennen.

Die Daten wurden von Tieren erhalten, die

a) T.mariae, Aufzucht mit Attrappe, Test als einzelne Tiere mit Attrappe im Alter von 14 Tagen ab Laichdatum waren, sowie

b) T.mariae, Aufzucht mit Attrappe, Test als Gruppe mit Attrappe im Alter von 14 Tagen ab Laichdatum waren.

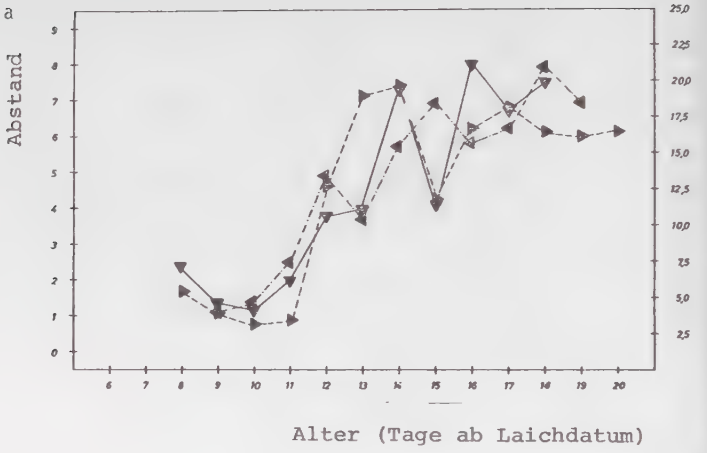
Abb.31

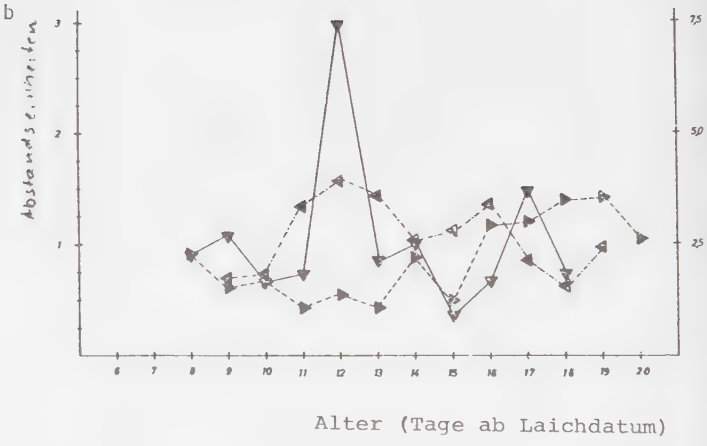

a)
Abstand
Alter (Tage ab Laichdatum)
b)
Abstandseinheiten
Alter (Tage ab Laichdatum)

bildung 31: Abstands- und Streuungsmediane von drei Versuchsreihen mit T.mariae. Aufzucht mit bewegter Attrappe, Test an bewegter, dezentral angeordneter Attrappe.

Symbole: ▷--▷ 1., ◁--◁ 2., ▽—▽ 3. Durchführung. Die Abstandsmediane (a) sind bei anderem Ordinatenmaßstab als die Mediane der mittleren Quartilsabweichungen (b) dargestellt. Die Größe der Werte kann in Abstandseinheiten der Versuchsanlage (Skala links) und in Zentimetern (Skala rechts) abgelesen werden.

Abb.32

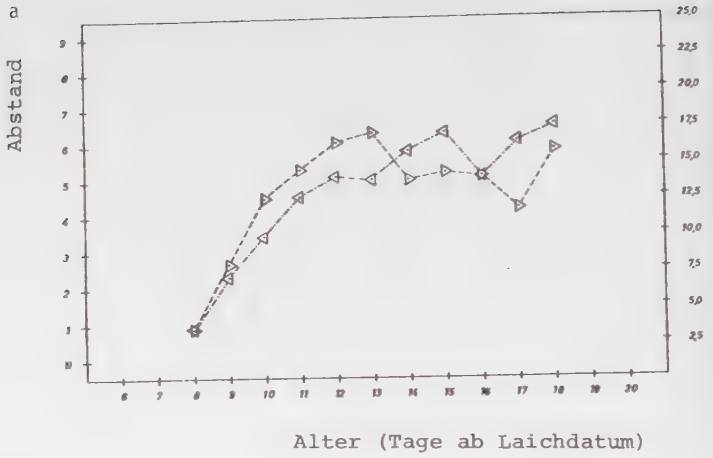

a
Abstand
Alter (Tage ab Laichdatum)

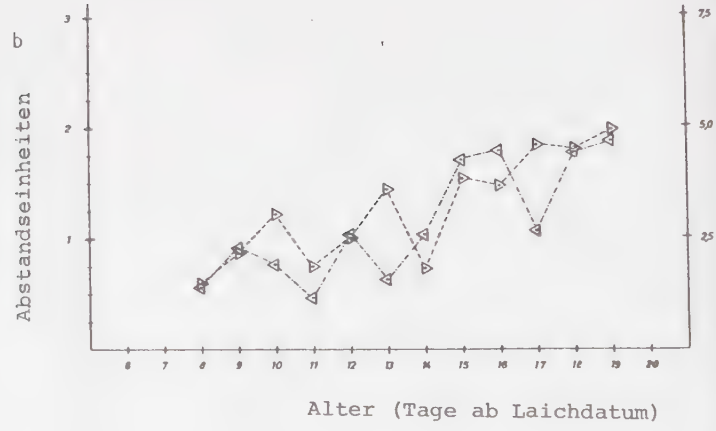

b
Alter (Tage ab Laichdatum)

bildung 32: Gruppenmediane von a) individuellen Abstandsmedianen, b) von mittleren Quartilsabweichungen. T.mariae, Aufzucht ohne Attrappe. Wiedergegeben sind Werte aus drei Versuchsreihen.

Symbole: ▶---▶ 1., ◀---◀ 2., ▼—▼ 3. Durchführung.

Abb.33

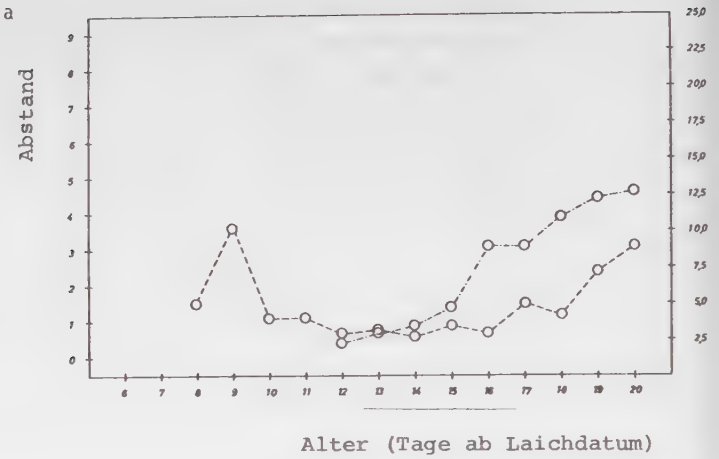

a
Abstand
25,0
22,5
20,0
17,5
15,0
12,5
10,0
7,5
5,0
2,5
Alter (Tage ab Laichdatum)


b
Abstandseinheiten
3
2
1
7,5
5,0
2,5
Alter (Tage ab Laichdatum)

bildung 33: Gruppenmediane von a) individuellen Abstandsmedianen, b) von individuellen mittleren Quartilsabweichungen. T.mariae, Aufzucht mit sichtbarer Attrappe. Wiedergegeben sind Werte aus zwei Versuchsreihen.

Symbole: ▷---▷ 1., ◁---◁ 2. Durchführung.

Abb.34


a
Abstand
Alter (Tage ab Laichdatum)

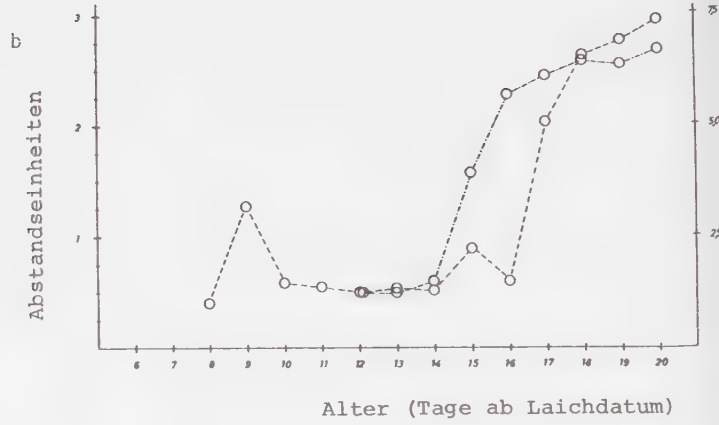
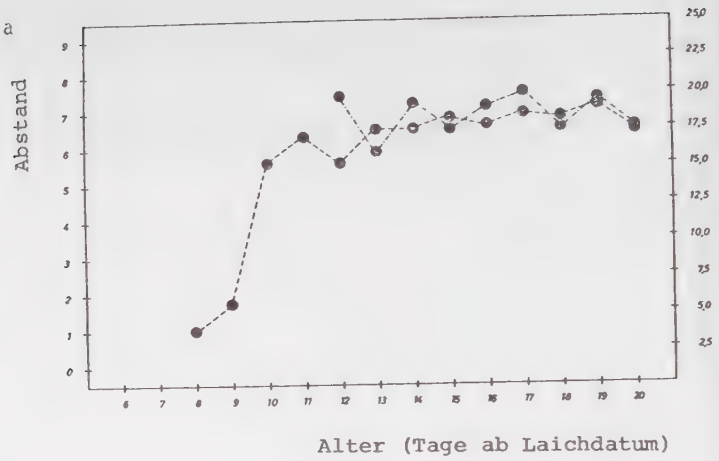
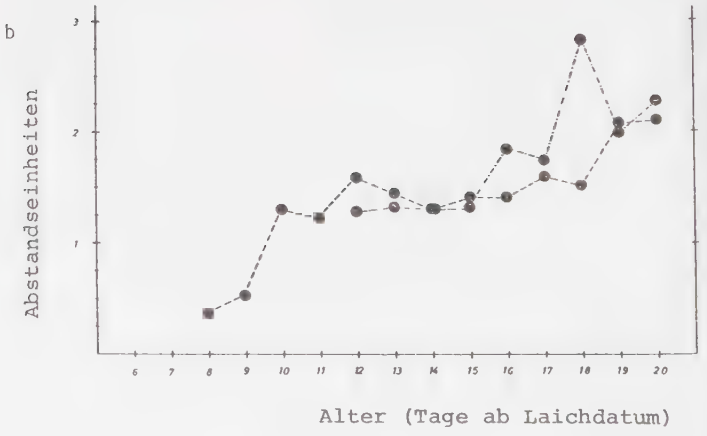

b
Abstandseinheiten
Alter (Tage ab Laichdatum)

Abbildung 34: Gruppenmediane von a) individuellen Abstandsmedianen, b) von individuellen mittleren Quartilsabweichungen. T.nilotica, Aufzucht mit Attrappe. Wiedergegeben sind Werte aus zwei Versuchsreihen.

Symbole: O--O 1., O---O 2. Durchführung.

Abb.35


a
Abstand
Alter (Tage ab Laichdatum)


b
Abstandseinheiten
Alter (Tage ab Laichdatum)

bildung 35: Gruppenmediane aus a) individuellen Abstandsmedianen, b) aus individuellen mittleren Quartilsabweichungen. T.nilotica, Aufzucht ohne Attrappe. Wiedergegeben sind Werte aus zwei Versuchsreihen.

Symbole: ●--● 1., ●--● 2. Durchführung.

Abb.36

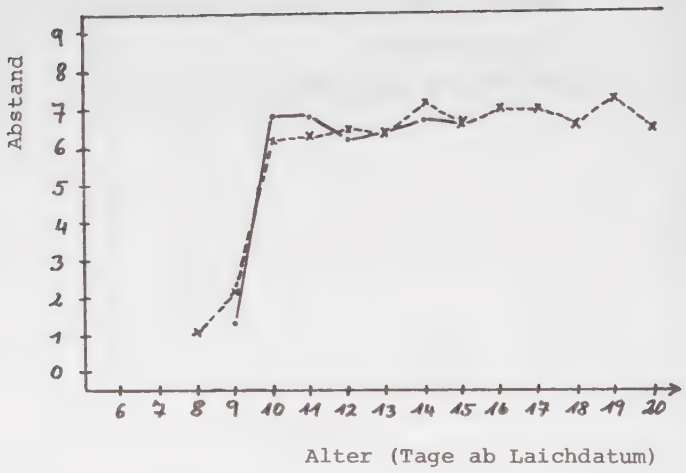
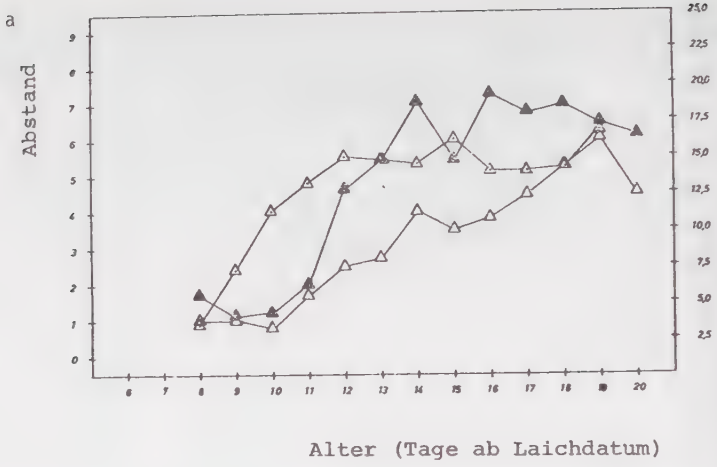

Abstand
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
Alter (Tage ab Laichdatum)

Abbildung 36: Gruppenmediane des Abstandes aus zwei gleichartigen Versuchsreihen mit T.nilotica, Aufzucht ohne Attrappe.


a
Abstand
Alter (Tage ab Laichdatum)

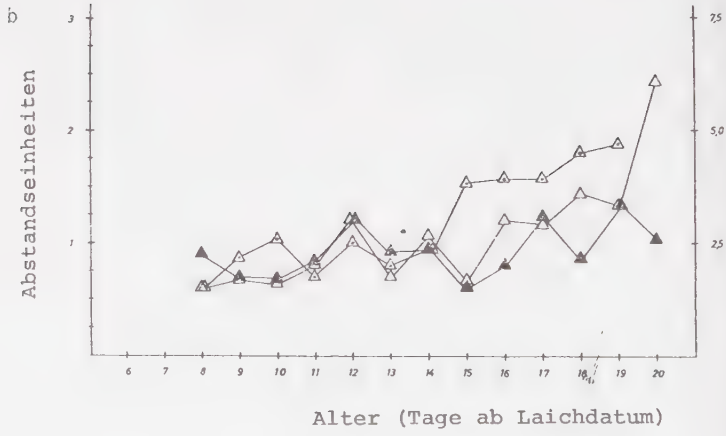

b
Abstandseinheiten
Alter (Tage ab Laichdatum)

Abb. 37

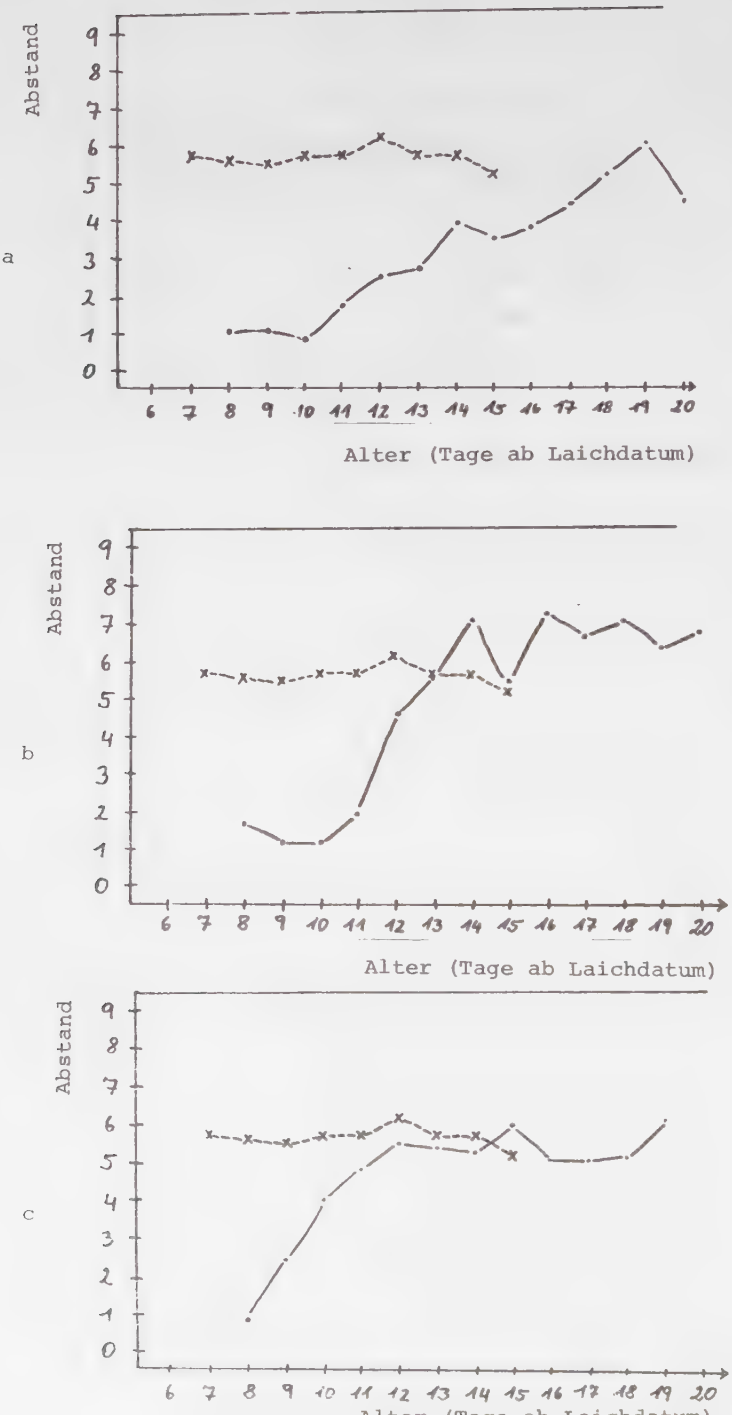
bildung 37: Gruppenmediane von a) individuellen Abstandsmedianen, b) individuellen mittleren Quartilsabweichungen. Werte aus Versuchen mit T.mariae, die unterschiedlich aufwuchsen.

Symbole: Aufzucht mit Attrappe,

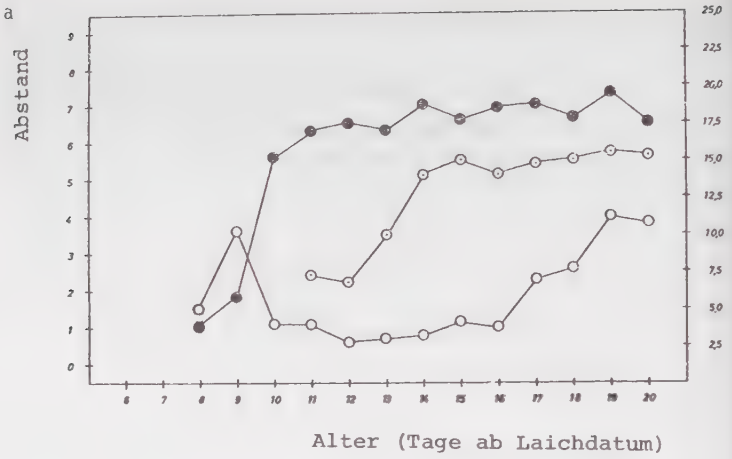
" ohne Attrappe,

" mit sichtbarer Attrappe.

Abb.38


a
Abstand
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Alter (Tage ab Laichdatum)
b
Abstand
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Alter (Tage ab Laichdatum)
c
Abstand
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

bbildung 38: Abstandsmediane aus Versuchen mit T.mariae, die a) mit Attrappe, b) ohne Attrappe, c) mit sichtbarer Attrappe aufwuchsen jeweils in Gegenüberstellung zu Medianen des Aufenthaltes ohne Attrappe (Leerversuche).


a
Abstand
Alter (Tage ab Laichdatum)

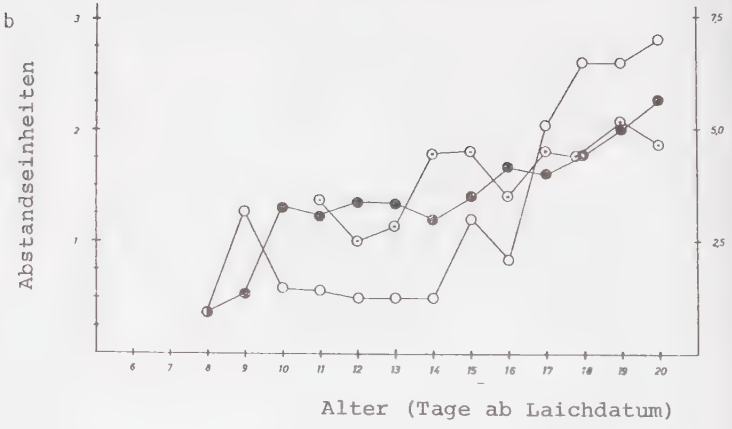

b
Abstandseinheiten
Alter (Tage ab Laichdatum)

Abb. 39

ildung 39: Gruppenmediane von a) individuellen Abstandsmedianen, b) von individuellen mittleren Quartilsabweichungen. Werte aus Versuchen mit T.nilotica, bei denen die Tiere unterschiedlich aufwuchsen.

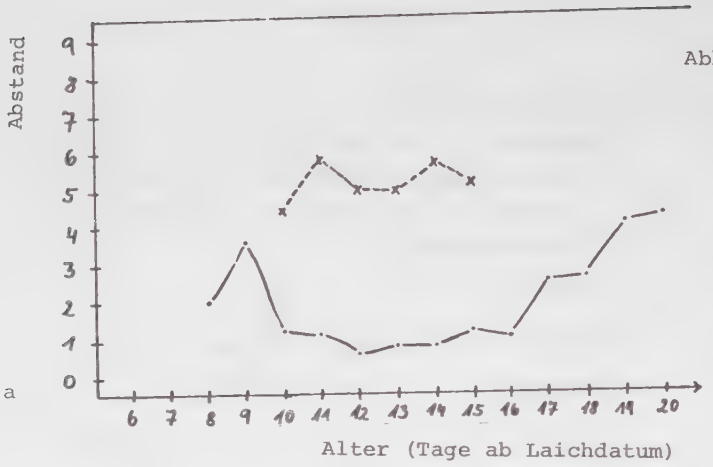
Symbole:

Aufzucht mit Attrappe,

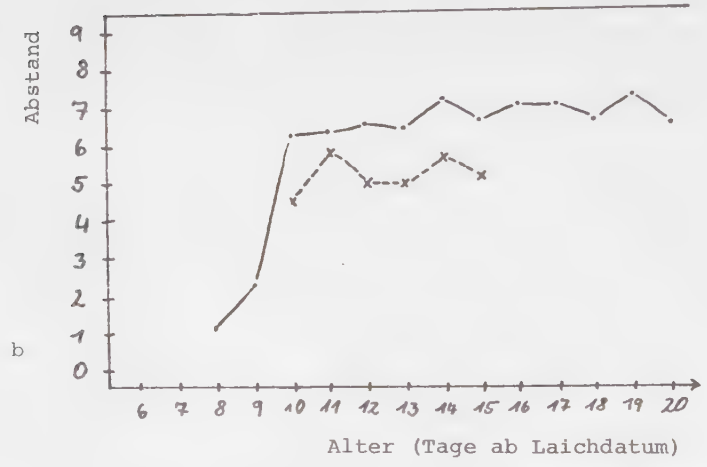
" ohne Attrappe,

" mit sichtbarer Attrappe.

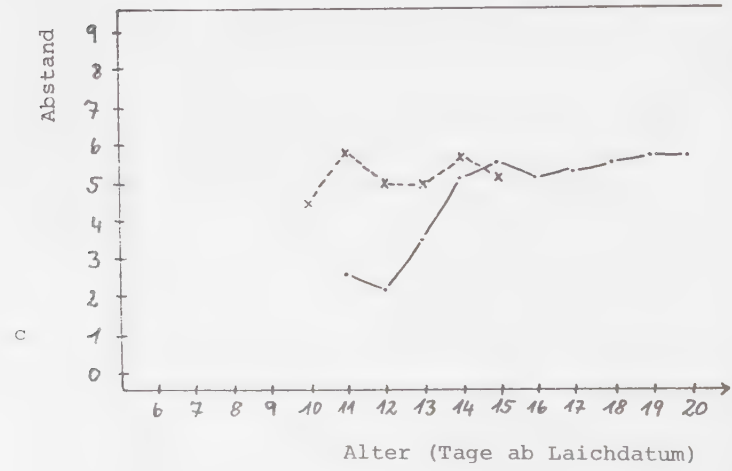
Abb.40


Abstand
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Alter (Tage ab Laichdatum)

a


Abstand
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Alter (Tage ab Laichdatum)

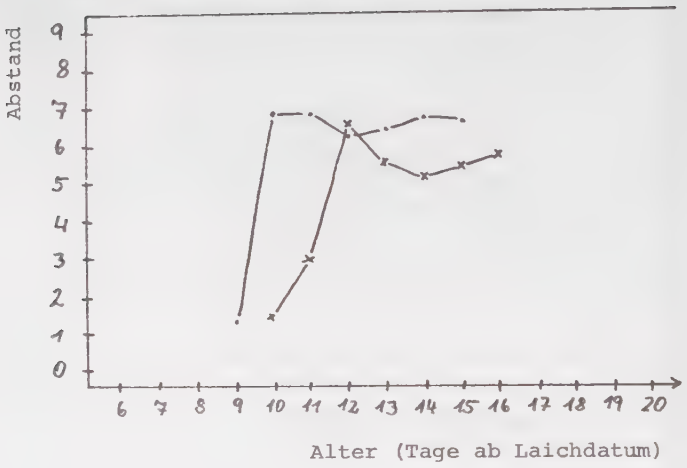
b


Abstand
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Alter (Tage ab Laichdatum)

c

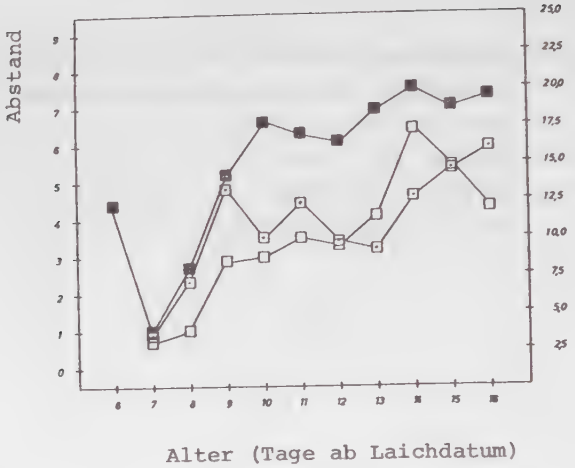
Abbildung 40: Abstandsmediane von T.nilotica, die unterschiedlich aufwuchsen: a) mit Attrappe, b) ohne Attrappe, c) mit sichtbarer Attrappe jeweils in Gegenüberstellung zu Medianen des Aufenthaltes ohne Attrappe (Leerversuche).

Abb.41


Abstand
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Alter (Tage ab Laichdatum)

bbildung 41: Abstandsmediane aus zwei Versuchsreihen mit T.nilotica, die jeweils ohne Attrappe aufwuchsen, und (•——•) mit der bewegten Attrappe bzw. (×——×) mit unbewegter Attrappe getestet wurden. Hier führte die Bewegung der Attrappe zu größeren Abstandswerten.

a


Abstand
Alter (Tage ab Laichdatum)

b

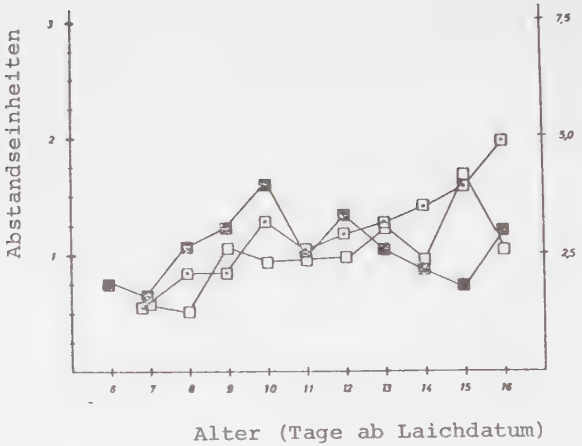
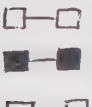

Abstandseinheiten
Alter (Tage ab Laichdatum)

Abb. 42

bbildung 42: Gruppenmediane von a) individuellen Abstandsmedianen, b) von individuellen mittleren Quartilsabweichungen. Werte aus Versuchen mit T.tholloni, die unterschiedlich aufgewachsen waren.

Symbole:



Aufzucht mit Attrappe,

" ohne Attrappe,

" mit sichtbarer Attrappe.

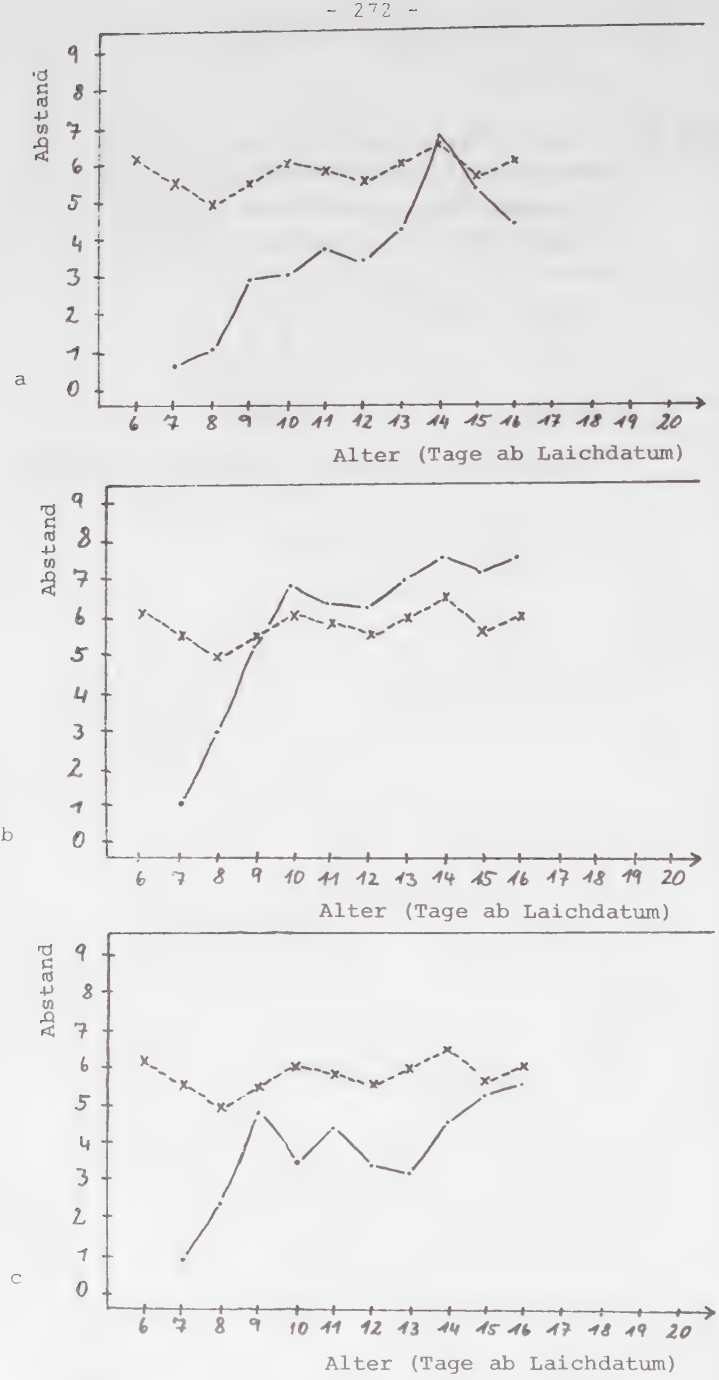
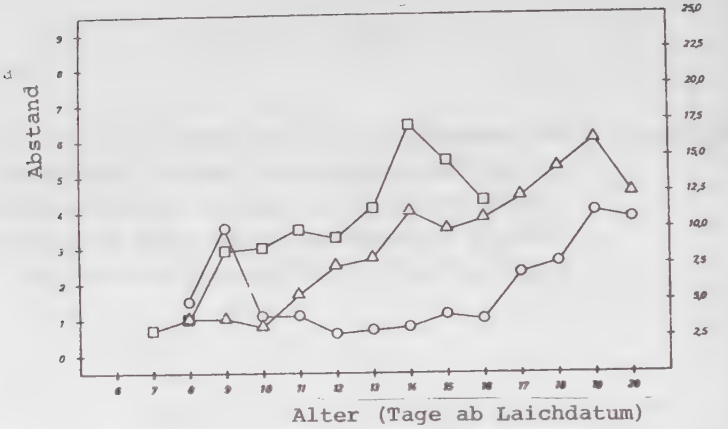
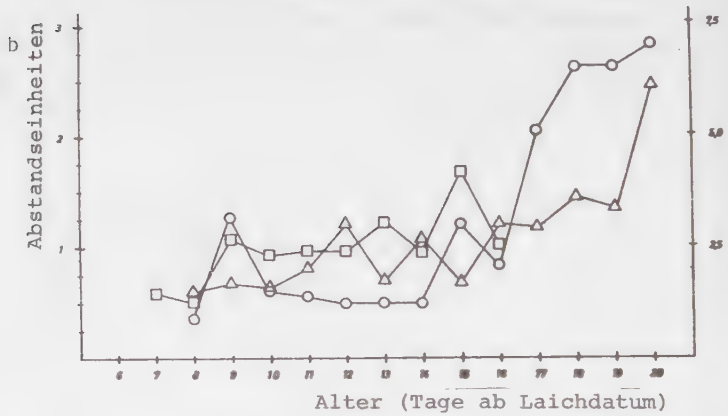

a
Abstand
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Alter (Tage ab Laichdatum)
b
Abstand
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Alter (Tage ab Laichdatum)
c
Abstand
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Alter (Tage ab Laichdatum)

Abb. 43

bildung 43: Abstandsmediane von Versuchen mit T.tholloni, die a) mit Attrappe, b) ohne Attrappe und c) mit sichtbarer Attrappe aufgewachsen waren, jeweils in Gegenüberstellung mit Medianen des Aufenthaltes ohne Attrappe (Leerversuche).


a
Abstand
Alter (Tage ab Laichdatum)


b
Abstandseinheiten
Alter (Tage ab Laichdatum)

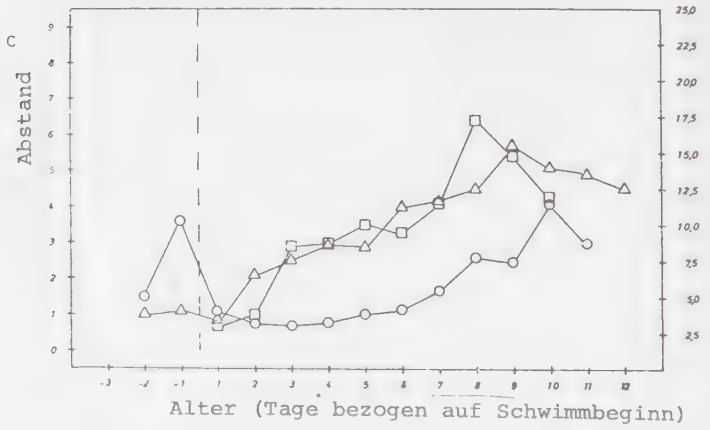

c
Abstand
Alter (Tage bezogen auf Schwimmbeginn)

Abb. 44

bbildung 44: Gruppenmediane von a) und c) individuellen Abstandsmedianen, b) von individuellen mittleren Quartilsabweichungen, die von verschiedenen Arten jeweils nach Aufzucht mit Attrappe erhalten wurden.

Symbole: T.mariae,
T.nilotica,
T.tholloni

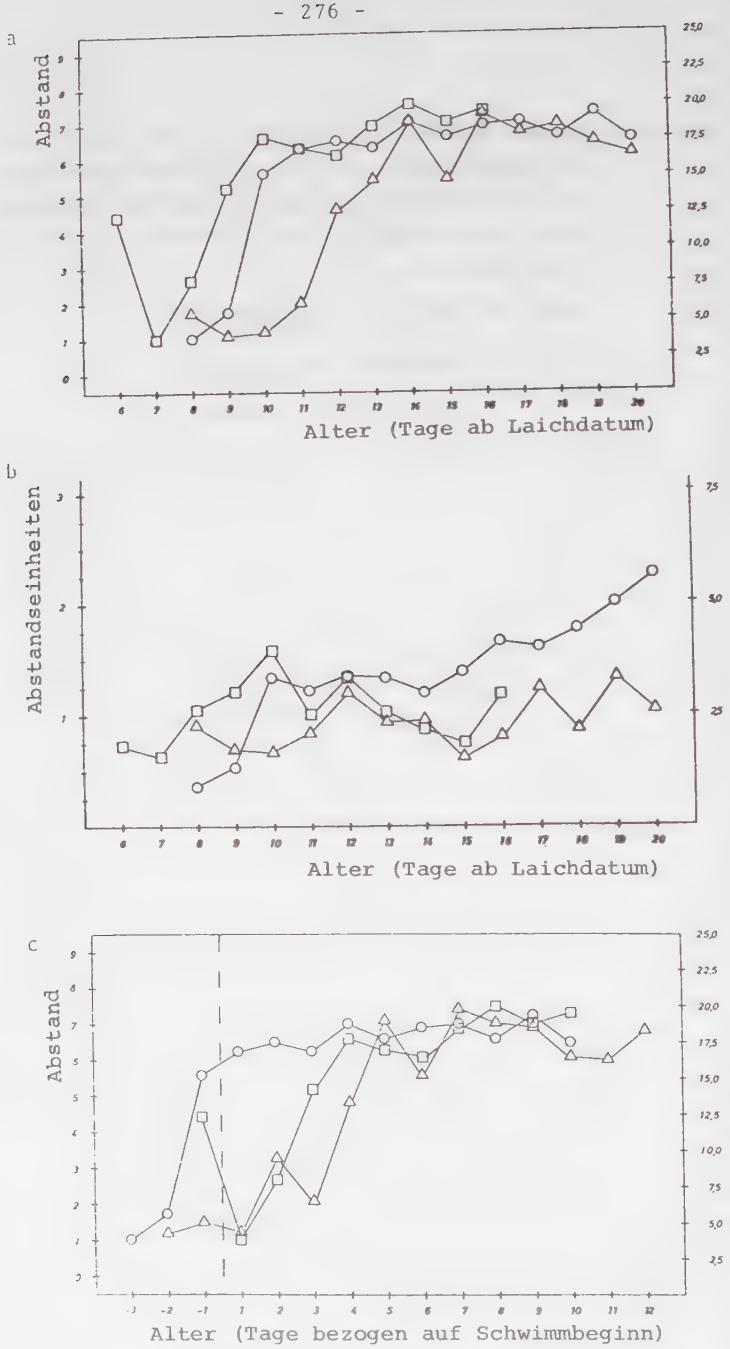
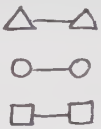

a
Abstand
Alter (Tage ab Laichdatum)
b
Abstandseinheiten
Alter (Tage ab Laichdatum)
c
Abstand
Alter (Tage bezogen auf Schwimmbeginn)

Abb. 45

bbildung 45: Gruppenmediane von a) und c) individuellen Abstandsmedianen, b) von individuellen mittleren Quartilsabweichungen, die von verschiedenen Arten jeweils bei Aufzucht ohne Attrappe erhalten wurden.

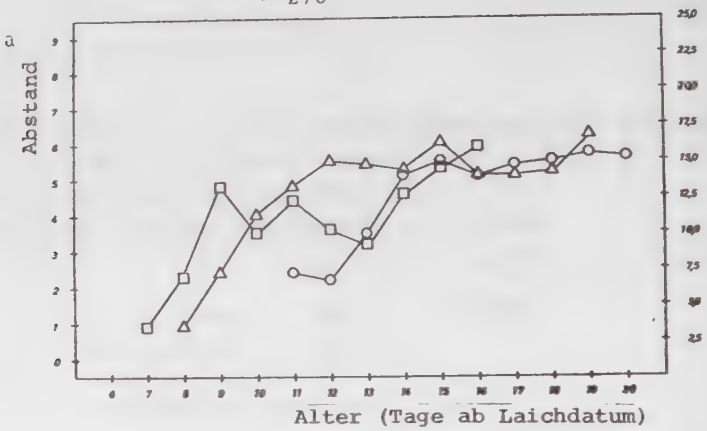
Symbole:

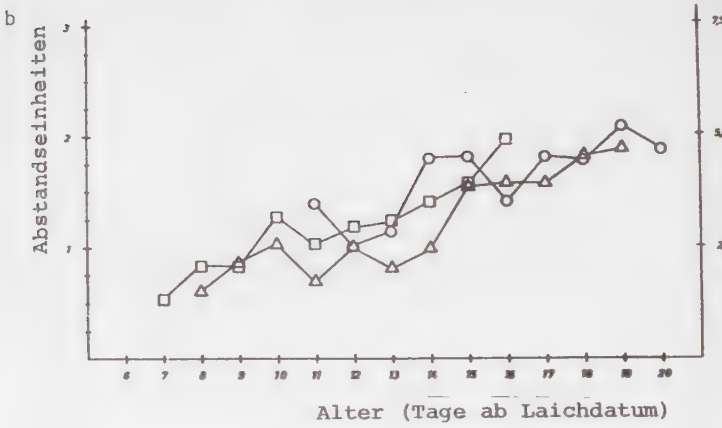


T.mariae

T.nilotica

T.tholloni


a
Abstand
Alter (Tage ab Laichdatum)


b
Abstandseinheiten
Alter (Tage ab Laichdatum)

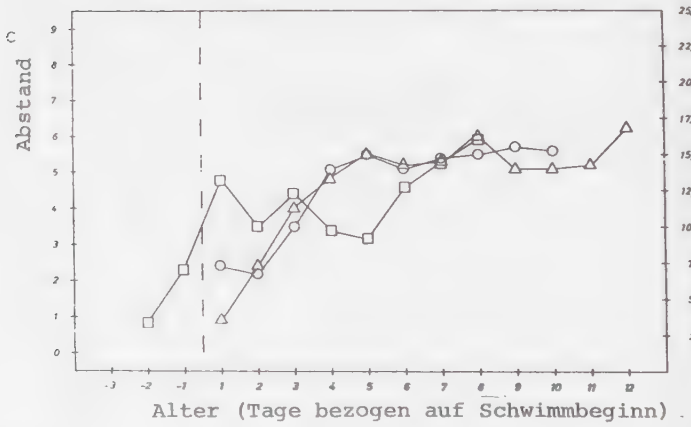
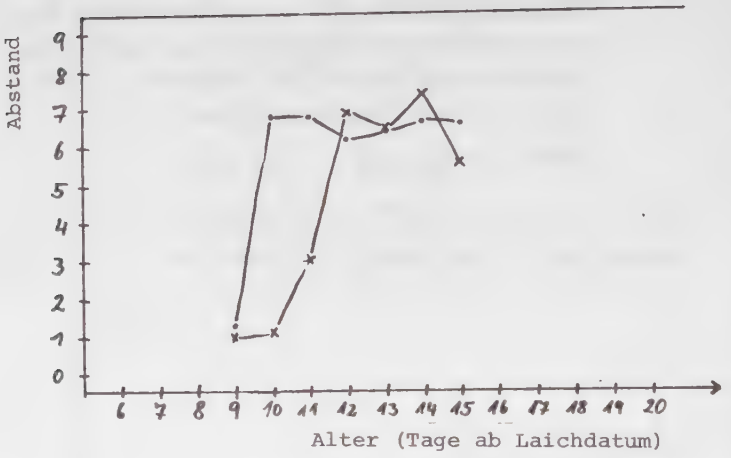

c
Abstand
Alter (Tage bezogen auf Schwimmbeginn)

Abb. 46

Abbildung 46: Gruppenmediane von a) und c) individuellen Abstandsmedianen, b) von individuellen mittleren Quartilsabweichungen, die von Tieren verschiedener Arten nach Aufzucht mit sichtbarer Attrappe erhalten wurden.

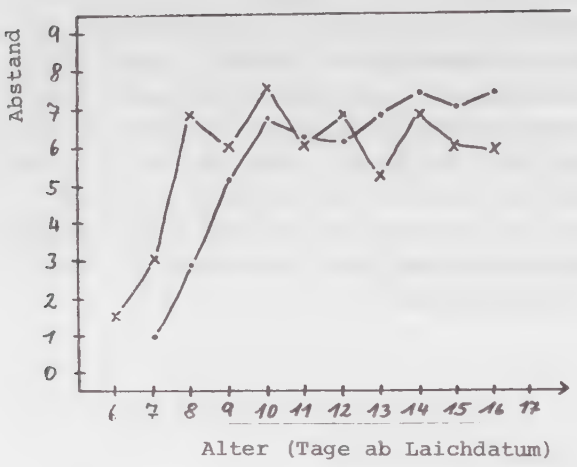
Symbole:

Abb. 47


Abstand
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
Alter (Tage ab Laichdatum)

bildung 47: Abstandswerte von T.nilotica aus zwei Versuchsreihen, bei denen die Tiere ohne Attrappe aufwuchsen und an bewegter, dezentral angeordneter Attrappe getestet wurden. Die Versuchsreihen unterscheiden sich dadurch, daß die Tiere der einen Reihe (•——•) wiederholt und die der anderen Reihe (×——×) pro Tier nur ein einziges Mal an die Attrappe gebracht wurden. Die Tiere stammten aus dem gleichen Gelege.

Abb. 48


Abstand
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
Alter (Tage ab Laichdatum)

bbildung 48: Abstandswerte von T.tholloni aus zwei Versuchsreihen, bei denen die Tiere ohne Attrappe aufwuchsen und an bewegter, dezentral angeordneter Attrappe getestet wurden. Die Versuchsreihen unterscheiden sich dadurch, daß die Tiere der einen Reihe (X——→X) wiederholt und die der anderen Reihe (•———•) pro Tier nur ein einziges Mal an die Attrappe gebracht wurden.

A n h a n g

Tabelle 1 bis 64

Erläuterung zu den Tabellen

Folgende Abkürzungen wurden benutzt:

mar	Art Tilapia mariae
nil	Art Tilapia nilotica
tho	Art Tilapia tholloni
mit	Aufzuchtweise mit Attrappe
ohne	Aufzuchtweise ohne Attrappe
sichtb	Aufzuchtweise mit sichtbarer Attrappe
$ME(X)_{ind}$	individuelle Abstandsmediane
$QA(X)_{ind}$	individuelle mittlere Quartilsabweichungen
$ME(ME(X)_{ind})$	Mediane aus den $ME(X)_{ind}$ einer Tagesgruppe
$ME(QA(X)_{ind})$	Mediane aus den $QA(X)_{ind}$ einer Tagesgruppe
$\bar{X}_i$	Abstandsmittelwerte zu den 60 Zeitpunkten
LD	Alter der Tiere bezogen auf Laichdatum
SB	Alter der Tiere bezogen auf Schwimmbeginn

Unterstrichene Zahlen deuten auf Signifikanz hin.

Die angegebenen z-Werte als Resultate der U-Tests erlauben die gleiche Signifikanzaussage wie die berechneten, aber nicht in die Tabellen aufgenommenen Größen der U_1-und U_2-Werte.

Das Vorzeichen der z-Werte ist "-" (minus), wenn die Prüfgröße U_1 kleiner ist als die Prüfgröße U_2.

Ethologischer Typus	Species	Beleg-Nummer
Substratbrüter	T.tholloni	SMM 23 129 a,b
Substratbrüter	T.mariae	SMM 23 128 a,b
Weibchen brüten im Maul	T.nilotica	SMM 23 134

Tabelle 1: Übersicht über die untersuchten Arten. Unter den angegebenen Belegnummern sind Tiere der genannten Arten in der Zoologischen Sammlung des Bayerischen Staates, München, deponiert.

ezeich-ung des ereichs	Anordnung der Attrappe: zentral — prozentuale Anteile der Abstandsbereiche am (an): Volumen	zentral: Rand-Fläche	zentral: Ges.-Fläche	dezentral: Volumen	dezentral: Rand-Fläche	dezentral: Ges.-Fläche
0	3	0	1	2	0	1
1	4	0	2	9	6	7
2	6	0	3	11	10	10
3	8	0	4	12	8	10
4	10	0	4	13	8	10
5	11	0	5	14	8	11
6	13	0	6	13	8	10
7	15	0	7	13	11	12
8	17	0	8	10	14	12
9	13	100	61	5	26	17
edian	6,10	9,50	8,71	4,77	6,61	5,60
ittlere uartils-weichung	1,93	0,00	1,29	1,95	2,47	2,33

abelle 2: Prozentuale Anteile, die den Bereichen Null bis Neun vom Volumen (Spalten 2 und 5), von der Randfläche (Spalten 3 und 6) und von der aus Boden- und Wandfläche zusammengesetzten Fläche (Spalten 4 und 7) bei zentraler Anordnung der Attrappe (Spalten 2 bis 4) bzw. bei dezentraler Anordnung der Attrappe (Spalten 5 bis 7) zukommen. Die letzten beiden Zeilen enthalten die Mediane als Durchschnittswerte und die mittleren Quartilsabweichungen als Streuungswerte. Die wiedergegebenen prozentualen Anteile und die aus ihnen berechneten Parameter entsprechen theoretisch möglichen Ergebnissen, die unter Annahme verschiedener Verteilungshypothesen zu erwarten sind. Näheres siehe Text.

Bereich Nr.	Aufenthaltshäufigkeiten (%) in den Bereichen 0 bis 9	
	Gruppe 1	Gruppe 2
0	73	4
1	18	0
2	5	0
3	1	1
4	1	5
5	0	1
6	0	1
7	0	9
8	1	17
9	1	62
Zusammen	100	100

Tabelle 3: Die Tabelle gibt an, wie häufig sich einzeln getestete Tiere in den Abstandsbereichen aufgehalten haben. Die Häufigkeiten sind in Prozentwerten der Gesamthäufigkeit angegeben. Die Tiere der Gruppe 1 waren vorzugsweise bei der Attrappe. Die Tiere der Gruppe 2 waren häufig in der Nähe der Wand des Schwimmgefäßes.

Tab.4a: Anzahlen der pro Tag getesteten T.mariae

Alter der Tiere (ab Laichdatum)	Aufzucht mit bew.Attr.	ohne Attr.	sichtb.Attr.
9	14	15	15
10	14	15	15
11	14	15	15
12	14	15	15
13	14	15	15
14	14	15	15
15	14	15	15

Tab.4b: Anzahlen der pro Tag getesteten T.nilotica

Alter der Tiere (ab Laichdatum)	Aufzucht mit bewegter Attrappe	sicht. Attrappe
8	12	12
9	12	12
10	12	12
11	12	12
12	12	12
13	12	12
14	12	12
15	12	12
16	12	12
17	12	12
18	12	12

Tab.4c: Anzahlen der pro Tag getesteten T.tholloni

Alter der Tiere (ab Laichdatum)	Aufzucht mit bewegter Attrappe
6	10
7	9
8	9
9	9
10	9
11	9
12	9
13	9
14	9
15	9
16	9

Tabelle 4: Anzahlen von pro Tag wiederholt getesteten Tieren.Der Test erfolgte mit zentral angeordneter, bewegter Attrappe. Die Versuchsreihen unterscheiden sich nach Artzugehörigkeit und der Aufzuchtweise.

T.mariae

Unterschiedliche Aufzuchtweisen bei Test mit zentraler Attrappe

Alter ab Laichdatum	mit A. ohne A.	ohne A. sichtb.	mit A. sichtb.
9	1.75	0.91	0.24
10	0.96	1.35	0.39
11	0.17	1.10	1.59
12	<u>3.14</u>	1.08	<u>2.16</u>
13	<u>3.13</u>	1.34	1.45
14	<u>2.97</u>	1.70	0.50
15	<u>2.45</u>	1.19	1.04

Tabelle 5: Resultate von U-Tests über Abstandswerte, die bei zentraler Anordnung der Attrappe von jungen T.mariae bestimmt wurden, die unterschiedlich aufgewachsen waren (vgl. Tab.4a). Signifikante Resultate sind unterstrichen.

T. nilotica

Test mit zentraler Attrappe

Alter ab Laichdatum	Aufzucht: sichtb.A. mit A.
08	- 0.46
09	- 1.04
10	- <u>2.60</u>
11	- <u>3.41</u>
12	- <u>3.93</u>
13	- <u>3.23</u>
14	- 1.88
15	- <u>2.08</u>
16	- 0.23
17	+ 0.35
18	+ 0.14

Tabelle 6: Resultate von U-Tests, die über die Abstandswerte gerechnet wurden, die in zwei Versuchsreihen mit T.nilotica erhalten wurden. Die Tiere waren unterschiedlich aufgewachsen (vgl. Tab.4b). Signifikante Resultate sind unterstrichen.

Alter ab Schwimmbeginn	T.mar. T.nil.	T.mar. T.tho.	T.nil. T.tho.
01	- 1.16	- <u>2.61</u>	- <u>2.24</u>
02	- 1.85	- <u>3.28</u>	- 1.92
03	- 1.39	- <u>3.15</u>	- 1.92
04	- 0.23	- <u>2.24</u>	- 1.92
05	- 0.10	- 1.26	- 1.60
06	+ 1.13	- 0.25	- 0.78
07	- 0.72	+ 0.72	+ <u>2.17</u>
08	-	-	- 0.11

Tabelle 7: Ergebnisse von U-Tests, die über die Abstandswerte gerechnet wurden. Vergleich der Arten T.mariae, T.nilotica und T.tholloni, von denen Jungfische je mit Attrappe aufwuchsen und bei zentral angeordneter, bewegter Attrappe getestet wurden. Altersbezug ist das Alter ab Schwimmbeginn. Signifikante Werte sind unterstrichen.

Alter ab Schwimmbeginn	T.mar. T.nilo.
01	- <u>3.00</u>
02	- <u>4.39</u>
03	- <u>2.73</u>
04	+ 0.44
05	- 0.17
06	+ 1.46
07	+ 1.13

Tabelle 8: Resultate von U-Tests über die Abstandswerte von Tieren, die mit sichtbarer Attrappe aufgewachsen waren und bei zentral angeordneter, bewegter Attrappe getestet wurden. Vergleich zwischen den Arten T.mariae und T.nilotica. Altersbezug ist das Alter ab Schwimmbeginn. Signifikante Resultate sind unterstrichen.

Tabelle 9a: Mediane der Abstandsmediane sind letztmalig kleiner als 5,0 Abstandseinheiten

	Altersangaben bezogen auf Laichdatum			Schwimmbeginn		
Aufzucht	mit A.	sicht.A.	ohne A.	mit A.	sicht.A.	ohne A.
Art mar	12	11	11	4	3	3
nil	14	11	-	4	1	-
tho	7	-	-	2	-	-

Tabelle 9b: Fisher-exakt-Test auf Bindung ist signifikant

	Altersangaben bezogen auf Laichdatum			Schwimmbeginn		
Aufzucht	mit A.	sicht.A.	ohne A.	mit A.	sicht.A.	ohne A.
Art mar	10	10	xx	02	02	xx
nil	11	10	-	01	- 1	-
tho	xx	-	-	xx	-	-

Tabelle 9: Altersangaben zum Alter der Tiere bei Ende der Bindungsphase anhand von Ergebnissen der Versuche bei zentral angeordneter Attrappe. In dieser Tabelle bedeuten: "-" entsprechende Versuche wurden nicht durchgeführt; "xx" Ergebnisse des Fisher-exakt-Tests sind an keinem Versuchstag signifikant. Die Altersangabe - 1 bedeutet den Tag vor Schwimmbeginn.

.mariae Test ohne Attrappe, Schablone dezentral

Alter LD	Alter SB	Anzahl	ME(ME(X)$_{ind}$)	ME(QA(X)$_{ind}$)
07	01	20	5,71	1,68
08	02	20	5,63	1,61
09	03	20	5,50	1,87
10	04	20	5,71	2,03
11	05	20	5,74	1,41
12	06	20	6,24	1,98
13	07	20	5,69	1,35
14	08	20	5,69	2,12
15	09	20	5,22	1,07

abelle 10: Ergebnisse von T.mariae, die ohne Attrappe einzeln in der Glasschale über der Schablone entsprechend der dezentralen Anordnung der Attrappe schwammen. Wiedergegeben ist das Alter in Bezug auf Laichdatum und auf Schwimmbeginn, die Anzahlen der täglich getesteten Tiere, sowie die Durchschnittswerte des Abstandes und der individuellen Streuungswerte.

T.tholloni Test ohne Attrappe, Schablone dezentral

Alter LD	Alter SB	Anzahl	$ME(ME(X)_{ind})$	$ME(QA(X)_{ind})$
06	01	10	6,12	2,02
07	02	10	5,47	1,84
08	03	10	4,89	2,04
09	04	10	5,53	2,20
10	05	10	5,97	1,72
11	06	9	5,83	1,27
12	07	9	5,50	2,15
13	08	9	6,00	2,05
14	09	9	6,50	2,21
15	10	9	5,63	1,93
16	11	9	6,00	2,41

Tabelle 11: Ergebnisse von T.tholloni, die ohne Attrappe einzeln in der Glasschale über der Schablone entsprechend der dezentralen Anordnung der Attrappe schwammen. Wiedergegeben ist das Alter, bezogen auf Laichdatum und Schwimmbeginn, die Anzahlen der täglich getesteten Tiere, sowie die Durchschnittswerte des Abstandes und der individuellen Streuungswerte.

Tab.12a:

Alter LD	Alter SB	Anzahl	$ME(ME(X)_{ind})$	$ME(QA(X)_{ind})$
10	02	10	4,16	1,75
11	03	10	6,48	1,72
12	04	10	5,12	1,59
13	05	10	5,21	1,94
14	06	10	4,26	1,21
15	07	10	5,29	0,95

Tab.12b:

Alter LD	Alter SB	Anzahl	$ME(ME(X)_{ind})$	$ME(QA(X)_{ind})$
10	02	10	4,79	1,72
11	03	10	5,46	1,83
12	04	10	3,92	1,32
13	05	10	4,08	1,18
14	06	10	6,23	1,90
15	07	10	5,05	1,80

Tab.12c:

Alter LD	Alter SB	Anzahl	$ME(ME(X)_{ind})$	$ME(QA(X)_{ind})$
10	02	20	4,39	1,73
11	03	20	5,71	1,77
12	04	20	4,88	1,46
13	05	20	4,92	1,65
14	06	20	5,64	1,65
15	07	20	5,05	1,43

Tabelle 12: Ergebnisse von T.nilotica, die ohne Attrappe einzeln in der Glasschale über der Schablone entsprechend der dezentralen Anordnung der Attrappe schwammen. a) Tiere aus einer Gruppe von ca. 200 Tieren, b) Tiere aus einer Gruppe von 10 Tieren. Teiltabelle c) enthält die Werte der aus a und b zusammengefaßten Versuchsreihe. Wiedergegeben ist das Alter bezogen auf Laichdatum und Schwimmbeginn, die Anzahlen der täglich getesteten Tiere, sowie die Durchschnittswerte des Abstandes und der individuellen Streuungswerte.

Alter ab Laichdatum	T.mar	T.nil	T.tho
06	-	-	10^{+}
07	20^{+}	-	10
08	20	-	10
09	20	-	10
10	20	20^{+}	10
11	20	20	10
12	20	20	10
13	20	20	10
14	20	20	10
15	19	20	10
16	-	20	10

Tabelle 13: Anzahlen der pro Tag getesteten Tiere bei Aufzucht mit stehender Attrappe, Test wiederholt an stehender Attrappe. Das Zeichen $^{+}$ gibt den Tag des Schwimmbeginns an.

Alter LD	Alter SB	$ME(ME(X)_{ind})$	$ME(QA(X)_{ind})$
07	01	2.08	1.24
08	02	1.64	0.97
09	03	1.49	1.35
10	04	1.25	0.98
11	05	2.40	1.23
12	06	2.05	1.02
13	07	3.06	1.66
14	08	5.00	1.43
15	09	5.15	1.60

Tabelle 14a: Ergebnisse einer Versuchsreihe mit T.mariae. Die Tabelle enthält Abstands- und Streuungsmediane von Tieren, die an stehender Attrappe aufgewachsen und an stehender Attrappe getestet wurden. Das Alter ist in Bezug zum Laichdatum und zum Schwimmbeginn angegeben.

Alter LD	Alter SB	$ME(ME(X)_{ind})$	$ME(QA(X)_{ind})$
10	01	1.02	0.58
11	02	1.46	0.86
12	03	1.90	1.83
13	04	3.16	2.25
14	05	5.22	1.78
15	06	4.73	2.07
16	07	4.99	2.07

Tabelle 14b: Ergebnisse einer Versuchsreihe mit T.nilotica. Die Tabelle enthält Abstands- und Streuungsmediane von Tieren, die an stehender Attrappe aufgewachsen sind und an stehender Attrappe getestet wurden. Das Alter ist in Bezug zum Laichdatum und zum Schwimmbeginn angegeben.

Alter LD	Alter SB	$ME(ME(X)_{ind})$	$ME(QA(X)_{ind})$
06	01	1.71	1.06
07	02	4.28	0.67
08	03	1.97	1.42
09	04	3.97	1.78
10	05	3.68	0.31
11	06	5.95	0.30
12	07	4.17	0.32
13	08	4.74	0.35
14	09	6.16	1.44
15	10	5.50	2.07
16	11	6.90	0.32

Tabelle 14c: Ergebnisse einer Versuchsreihe mit T.tholloni. Die Tabelle enthält Abstands- und Streuungsmediane von Tieren, die an stehender Attrappe aufgewachsen sind und an stehender Attrappe getestet wurden. Das Alter ist in Bezug zum Laichdatum und zum Schwimmbeginn angegeben.

Alter ab Schwimmbeginn	T.mar. T.nil.	T.mar. T.tho.	T.nil. T.tho.
01	+ 4.86	+ 1.45	- 2.77
02	+ 0.76	- 2.93	- 3.10
03	- 1.66	- 0.73	+ 0.11
04	- 4.21	- 3.56	- 0.55
05	- 2.52	- 2.29	+ 0.04
06	- 2.94	- 2.97	- 1.69
07	- 3.02	- 0.62	+ 1.39
08	-	+ 0.61	-
09	-	- 0.57	-

Tabelle 15: Resultate von U-Tests. Vergleich der Abstandswerte der drei Arten T.mariae, T.nilotica und T.tholloni, die nach Aufzucht an stehender Attrappe und Test an stehender Attrappe erhalten worden waren. Signifikante Resultate sind unterstrichen.

Alter ab Laichdatum	T.mariae bew./bew. Steh./Steh.	T.nilotica bew./bew. steh./steh.	T.tholloni bew./bew. steh./steh.
07	-	-	2.95
08	2.72	-	3.06
09	3.07	-	0.94
10	2.23	0.97	1.40
11	1.72	0.88	2.27
12	0.50	4.03	0.83
13	0.27	3.76	0.08
14	1.67	3.75	0.87
15	2.48	3.81	0.23
16	-	3.84	2.27

abelle 16: Resultate von U-Tests zum Einfluß der Bewegung der Attrappe, die über Abstandswerte gerechnet wurden, die von drei Tilapia-Arten erhalten wurden. Die Tiere je einer Versuchsreihe wuchsen mit bewegter Attrappe auf und wurden an bewegter Attrappe getestet. Die Tiere der jeweils anderen Versuchsreihe wuchsen mit stehender Attrappe auf und wurden an stehender Attrappe getestet. Signifikante Resultate sind unterstrichen.

Tabelle 17a

T.nilotica

Aufzucht: mit bew.A. / Test: mit steh.A. / Alter LD	mit steh.A. / mit bew.A. Anzahl/Tag
8	12 / 12
9	12 / 12
10	12 / 12
11	12 / 12
12	12 / 12
13	12 / 12
14	12 / 12
15	12 / 12
16	12 / 12
17	12 / 12
18	12 / 12

Tabelle 17b

Alter LD	z-Werte
8	- 1.36
9	+ 1.53
10	+ 1.41
11	+ 1.65
12	+ 2.60
13	+ 0.29
14	- 1.82
15	- 1.24
16	- 2.22
17	- 1.27
18	- 2.54

Tabelle 17: Versuchsplan (17a) und Resultate von U-Tests (17b) über Abstandsmediane. T.nilotica wuchsen mit stehender (mit bewegter) Attrappe auf und wurden an bewegter (stehender) Attrappe getestet. Die Resultate der U.Tests über die Abstandsmediane der beiden Versuchsreihen sind nur an 3 von 11 Tagen signifikant.

.nilotica

Alter LD	Aufzucht ohne A. Test steh.A.
10	20
11	20
12	19
13	19
14	19
15	19
16	19

abelle 18: Versuchsplan einer Versuchsreihe mit T.nilotica. Die Tabelle gibt die Anzahlen der pro Tag (Alter ab Laichdatum) getesteten Tiere wieder. Die Tiere wachsen ohne Attrappe auf und werden an stehender Attrappe getestet.

Tabelle 19a

T.nilotica

Aufzucht ohne Attr.
Test steh./bew.Attr.

Alter (LD)	
10	- 3.57
11	- 2.57
12	- 0.06
13	- 2.15
14	- 3.28
15	- 2.99

Tabelle 19 b

T.nilotica

Test steh.Attr.
Aufzucht ohne/steh.Attr.

Alter (LD)	
10	3.00
11	4.18
12	4.31
13	3.22
14	0.53
15	1.35
16	2.16

Tabelle 19: Resultate von U-Tests über Abstandsmediane, die bei Versuchen mit T.nilotica erhalten wurden. In Tabelle 19a sind Abstandsmediane zweier Versuchsreihen verglichen, deren Tiere jeweils ohne Attrappe aufwuchsen, die entweder an stehender oder an bewegter Attrappe getestet wurden. In Tabelle 19b sind Abstandsmediane zweier Versuchsreihen verglichen, deren Tiere an stehender Attrappe getestet wurden, die aber unterschiedlich aufwuchsen: ohne Attrappe bzw. an stehender Attrappe.

Alter	Schablone	Anzahl Tiere
7	ohne Linien	10
8	" "	10
9	" "	10
10	" "	10
11	senkrechte Linien	10
12	waagerechte Linien	10
13	ohne Linien	10
14	senkrechte Linien	10
15	waagerechte Linien	10
16	ohne Linien	10
17	senkrechte Linien	10
18	waagerechte Linien	10
19	ohne Linien	10
20	senkrechte Linien	10
21	waagerechte Linien	10

abelle 20: Versuchsplan von Versuchen mit T.mariae zum Einfluß linierter Schablonen auf die Abstandswerte. Aufzucht ohne Attrappe. Test mit bewegter Attrappe über unterschiedlichen Schablonen: a) ohne Linien, b) Schablone mit deutlich sichtbaren 1 mm breiten und schwarzen senkrechten Linien, c) Schablone mit deutlich sichtbaren waagerechten Linien. Die einzeln eingesetzten Tiere wurden über der nicht linierten Schablone im Abstand von 10 Sekunden fotografiert. Ihr jeweiliger Abstand wurde durch Projektion des Negativs auf eine entsprechende Schablone ermittelt.

T.mariae Aufzucht ohne Attrappe
Test mit Attrappe

Alter	LD
8	+ 1.94
9	- 1.61
10	+ 0.76
11	+ 0.69
12	+ 0.47
13	- 0.63
14	- 0.74
15	- 0.69
16	+ 0.08
17	+ 0.76
18	+ 0.79
19	+ 1.16
20	+ 0.49

Tabelle 21: Resultate tageweis gerechneter U-Tests über Abstandsmediane von T.mariae, die ohne Attrappe aufgewachsen waren. Die Tiere der einen Versuchsreihe wurden über einer Schablone mit konzentrischen Kreislinien getestet. Die Tiere der anderen Versuchsreihe schwammen über verschiedenen Schablonen (vgl.Tabelle 20). Es liegt kein signifikantes Resultat vor.

.mariae, Test von Gruppen

ufzucht	mit Attrappe		ohne Attrappe	
est	mit Attrappe		mit Attrappe	
lter ab aichdatum	Anzahl der Tiere	Fotos	Tiere	Fotos
8	20	30	20	30
9	20	30	20	30
10	20	30	20	30
11	20	30	20	30
12	20	30	20	30
13	20	30	20	30
14	20	30	20	30
15	20	30	20	30
16	20	30	20	30
17	20	30	20	30
18	20	30	20	30
19	20	30	20	30
20	20	30	20	30

abelle 22: Versuchsplan für die Durchführung von Versuchen mit Jungfischgruppen. Art: T.mariae. Die Gruppen unterscheiden sich durch die Aufzuchtweisen, sie wachsen ohne Attrappe bzw. mit bewegter Attrappe auf. Täglich werden je 20 Tiere zusammen in der Testschale 30 Mal - im zeitlichen Abstand von 10 Sekunden - fotografiert.

Alter (LD)	Aufz.mit Attr. Durchführung 1.	2.	3.	zus.	Aufz.ohne Attr. Durchführung 1.	2.	3.	zus.	Aufzucht mit sichtb.Attr. Durchführung 1.	2.	zus.
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	5+	-	5	10	6	-	5	11	14+	14+	28
9	5	5	5	15	6+	5	5	16	13	14	27
10	5	5	5+	15	6	5	5+	16	13	14	27
11	5	5+	5	15	6	5+	5	16	13	14	27
12	5	5	5	15	6	5	5	16	13	14	27
13	5	5	5	15	6	5	5	16	13	14	27
14	5	5	5	15	6	5	5	16	13	14	27
15	5	5	5	15	6	5	5	16	13	14	27
16	5	5	5	15	6	5	5	16	13	14	27
17	5	5	5	15	6	5	5	16	13	14	27
18	5	5	5	15	6	5	5	16	13	14	27
19	5	5	-	10	6	5	-	11	13	14	27
20	5	-	-	5	6	-	-	6	-	-	
	w	e	e		w	e	e		w	w	w

Tabelle 23: Anzahlen N der an den Tagen 6 bis 20 ab Laichdatum (LD) getesteten T.mariae. Der Test erfolgte in allen Versuchsreihen mit bewegter dezentral angeordneter Attrappe. Das Symbol + steht am Tag des Schwimmbeginns. Die Buchstaben e und w geben an, ob die Tiere von Tag zu Tag wiederholt (w) oder pro Tier nur ein einziges Mal (e) getestet wurden.

.mariae ersuchsreihen		Rangkorrelationen der ... Werte mit dem Alter			
		Abstandswerte der		Streuungswerte der	
		Tages-gruppen	einzeln. Tiere	Tages-gruppen	einzeln. Tiere
ufzucht	Durchf.	$ME(ME(X)_{ind})$	$ME(X)_{ind}$	$ME(QA(X)_{ind})$	$QA(X)_{ind}$
it A.	erste	0.69	0.60	0.80	0.55
	zweite	0.96	0.76	0.79	0.36
	dritte	0.82	0.66	0.46	0.27
	zus.	0.95	0.63	0.86	0.42
hne A.	erste	0.56	0.56	0.61	0.24
	zweite	0.90	0.74	0.04	0.01
	dritte	0.87	0.74	- 0.14	- 0.11
	zus.	0.77	0.66	0.47	0.12
ichtb.A.	erste	0.36	0.34	0.84	0.47
	zweite	0.87	0.57	0.86	0.43
	zus.	0.68	0.46	0.85	0.45

abelle 24: Werte von Rangkorrelationskoeffizienten r_s aus Ergebnissen von Versuchen mit T.mariae. Positive r_s-Werte zeigen an, daß die jeweiligen Ergebniswerte mit zunehmendem Alter der Tiere ansteigen. Unterstrichene Zahlen deuten auf Signifikanz hin.

Art	Aufz.	miteinander verglichene Versuchsreihen	Ergebnisgrößen und ihre Zuordnung zum Alter: $ME(X)_{ind}^{LD}$	$ME(ME(X)_{ind})^{LD}$	$ME(ME(X)_{ind})^{SB}$	$QA(X)_{ind}^{LD}$	$ME(QA(X)_{ind})^{LD}$	$ME(QA(X)_{ind})^{SB}$
mar	mit	erste,zweite,dritte	s	n	n	n	n	n
		erste, zweite	s	n	n	n	n	n
		erste, dritte	s	s	s	n	n	n
		zweite, dritte	n	n	n	n	n	n
mar	ohne	erste,zweite,dritte	n	n	n	n	n	n
		erste, zweite	n	n	n	n	n	n
		erste, dritte	n	n	n	n	n	n
		zweite, dritte	n	n	n	n	n	n
mar	sichtb	erste, zweite	n	n	n	n	n	n

Tabelle 25: Resultate von reihenweis gerechneten Signifikanztests zur Reproduzierbarkeit. Grundlage der Tests sind Ergebniswerte von Versuchen mit T.mariae-Jungfischen. Die Resultate gleichartiger Versuchsreihen wurden mittels H- und U-Tests auf signifikante Unterschiede geprüft. Im Kopf sind die Ergebniswerte und ihre Zuordnung zum Alter angegeben: ab Laichdatum (LD), ab Schwimmbeginn (SB). Liegen drei gleichartige Versuchsreihen vor, wurden H- und U-Tests angewandt; bei nur zwei Durchführungen wurde der U-Test gerechnet. Der Buchstabe 'n' weist auf nichtsignifikante, 's' auf signifikante Unterschiede hin.

er ch- um	Tests über die individuellen Abstandsmediane: H-Tests über Werte aller 3 Durchf.	U-Tests über Werte von je 2 Durchführ. 1.,2.	1.,3.	2.,3.	Tests über die individuellen mittleren Quartilsabweich.: H-Tests über Werte aller 3 Durchf.	U-Tests über Werte von je 2 Durchführ. 1.,2.	1.,3.	2.,3.
6	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	- 1.83	-	-	-	- 2.74	-
9	2.22	- 1.36	- 0.94	0.73	0.38	- 0.73	0.31	0.31
0	3.98	- 0.52	0.10	2.61	3.62	- 0.31	1.15	1.98
1	7.22	- 1.78	- 2.19	- 1.78	4.34	- 1.98	- 1.57	- 0.10
2	5.84	- 1.78	- 1.98	- 1.36	0.24	- 0.10	- 0.31	- 0.52
3	7.46	- 1.15	- 2.40	- 1.98	7.44	- 2.19	- 2.40	- 0.52
4	0.14	- 0.10	0.31	0.31	4.34	0.10	1.57	1.98
5	1.04	- 0.31	- 0.94	- 0.73	1.52	0.10	0.73	1.36
6	6.62	- 2.20	- 2.20	0.10	0.06	0.10	0.10	- 0.31
7	6.86	- 1.78	- 2.19	- 1.57	1.82	- 1.15	- 0.10	1.15
8	1.68	0.10	- 0.52	- 1.57	2.34	1.57	0.94	- 0.31
9	-	- 0.31	-	-	-	1.15	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-

elle 26: Resultate von tageweis gerechneten Signifikanztests zur Reproduzierbarkeit. T.mariae, Aufzucht mit Attr.. Das Alter ist auf das Laichdatum bezogen. Signifikante Ergebniswerte sind unterstrichen.

Alter ab Schwimm-beginn	Tests über die individuellen Abstandsmediane: H-Tests über Werte aller 3 Durchf.	U-Tests über Werte von je 2 Durchführ. 1.,2.	1.,3.	2.,3.	Tests über die individuellen mittleren Quartilsabweich.: H-Tests über Werte aller 3 Durchf.	U-Tests über Werte von je 2 Durchführ. 1.,2.	1.,3.	2.,3.
- 3	-	-	-	-	-	-	-	-
- 2	-	-	-	1.57	-	-	-	2.19
- 1	0.75	- 0.37	0.37	0.94	1.59	- 1.46	- 0.18	0.52
1	8.54	- 2.19	0.94	2.61	6.86	- 1.57	1.36	2.40
2	6.14	- 1.57	- 2.19	- 1.36	1.50	- 1.15	0.10	0.94
3	8.34	- 2.19	- 2.16	- 0.73	7.34	- 2.19	- 2.40	0.31
4	7.76	- 2.19	- 2.40	- 0.94	1.34	- 0.73	- 0.73	- 1.15
5	2.54	- 1.57	- 1.15	- 0.31	3.50	- 1.78	- 1.36	0.31
6	1.34	- 1.15	- 0.31	- 0.73	3.50	1.36	1.78	0.31
7	2.54	- 1.57	- 1,15	- 0.10	2.66	- 1.57	- 0.31	1.15
8	9.74	- 2.20	- 2.62	- 1.78	0.62	- 0.73	- 0.31	0.52
9	4.94	- 1.98	- 1.78	0.31	1.62	- 0.73	- 1.15	- 0.73
10	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 27: Resultate von tageweis gerechneten Signifikanztests zur Reproduzierbarkeit. T.mariae, Aufzucht mit Attr.. Das Alter ist auf den Schwimmbeginn bezogen. Signifikante Ergebniswerte sind unterstrichen.

r h- m	Tests über die individuellen Abstandsmediane: H-Tests über Werte aller 3 Durchf.	U-Tests über Werte von je 2 Durchführ. 1.,2.	1.,3.	2.,3.	Tests über die individuellen mittleren Quartilsabweich.: H-Tests über Werte aller 3 Durchf.	U-Tests über Werte von je 2 Durchführ. 1.,2.	1.,3.	2.,3.
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	- 1.83	-	-	-	- 2.74	-
	3.49	0.00	- 1.64	- 1.57	4.03	- 0.37	- 1.83	- 1.57
	1.16	- 0.73	- 0.18	1.15	0.08	- 0.18	0.00	0.31
	4.32	- 1.83	- 1.64	0.31	7.64	- 2.74	- 1.28	1.36
	1.78	- 0.55	0.37	1.57	5.98	- 1.28	- 2.37	- 1.15
	4.08	2.01	0.73	- 1.15	5.94	- 2.01	- 1.10	1.98
	1.42	1.10	- 0.18	- 0.94	0.36	- 0.18	0.18	0.73
	2.01	- 1.28	0.00	1.15	2.38	- 0.55	0.91	1.57
	6.79	0.37	- 1.83	- 2.61	4.08	- 0.18	0.73	2.61
	0.76	0.73	0.73	0.10	1.11	- 0.55	- 0.91	- 0.73
	3.56	- 2.01	- 1.10	0.10	3.02	1.10	1.83	- 0.52
	-	- 1.28	-	-	-	1.28	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-

lle 28: Resultate von tageweis gerechneten Signifikanztests zur Reproduzierbarkeit. T.mariae, Aufzucht ohne Attr.. Das Alter ist auf das Laichdatum bezogen. Signifikante Ergebniswerte sind unterstrichen.

Alter ab Schwimm-beginn	Tests über die individuellen Abstandsmediane: H-Tests über Werte aller 3 Durchf.	U-Tests über Werte von je 2 Durchführ. 1.,2.	1.,3.	2.,3.	Tests über die individuellen mittleren Quartilsabweich.: H-Tests über Werte aller 3 Durchf.	U-Tests über Werte von je 2 Durchführ. 1.,2.	1.,3.	2.,3.
- 3	-	-	-	-	-	-	-	-
- 2	-	-	-	1.57	-	-	-	1.78
- 1	0.37	0.46	0.55	0.10	1,14	0.73	- 0.55	- 0.94
1	9.72	- 2.74	- 0.18	2.61	8.22	- 2.56	- 0.91	2.15
2	6.65	- 2.19	- 1.46	1.78	0.96	- 0.91	- 0.18	0.7
3	3.82	- 1.64	- 1.64	- 0.10	9.33	- 2.74	- 2.77	- 0.7
4	0.26	- 0.55	0.00	0.31	3.05	- 1.64	- 0.91	0.9
5	0.39	0.09	- 0.55	- 0.52	1.29	- 1.28	- 0.55	0.1
6	2.15	1.10	1.28	0.52	6.90	- 1.10	1.83	2.4
7	6.62	- 0.82	- 2.29	- 1.98	3.18	- 1.10	0.00	1.9
8	3.12	- 1.28	0.00	1.78	1.64	0.18	- 0.55	- 1.5
9	0.29	0.18	0.00	- 0.73	0.65	- 0.18	0.37	0.9
10	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 29: Resultate von tageweis gerechneten Signifikanztests zur Reproduzierbarkeit. T.mariae, Aufzucht ohne Attr Das Alter ist auf den Schwimmbeginn bezogen. Signifikante Ergebniswerte sind unterstrichen.

Alter ab Laich-datum	U-Tests über Werte von 2 Durchführungen: indiv. Abst.-Mediane	indiv. mittl. Quart.-Abweich.	Alter ab Schwimm-beginn
06	-	-	- 2
07	-	-	- 1
08	0.30	0.62	1
09	0.92	- 0.05	2
10	1.55	0.15	3
11	1.50	1.84	4
12	1.29	- 0.44	5
13	1.41	1.31	6
14	- 1.43	- 0.32	7
15	- 1.31	- 0.05	8
16	0.78	0.51	9
17	- 2.48	1.75	10
18	- 0.41	0.36	11
19	- 1.02	0.19	12
20	-	-	13

Tabelle 30: Resultate von tageweis gerechneten U-Tests zur Reproduzierbarkeit. T.mariae, Aufzucht mit sichtbarer Attrappe. Das Alter ist auf das Laichdatum (linke Spalte) und auf Schwimmbeginn (rechte Spalte) bezogen.

Alter (LD)	Aufz.mit Attr. Durchführung 1.	2.	zus.	Aufz.ohne Attr. Durchführung 1.	2.	zus.	Aufz.mit sichtb. Attrappe erste Durchf.
6	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-
8	10	-	10	10	-	10	-
9	10	-	10	10	-	10	-
10	10+	-	10	10	-	10	-
11	10	-+	10	10+	-+	10	20+
12	10	10	20	10	10	20	19
13	10	10	20	10	10	20	19
14	10	10	20	10	10	20	19
15	10	10	20	10	10	20	19
16	10	10	20	10	10	20	19
17	10	10	20	10	10	20	18
18	9	10	19	9	10	19	18
19	6	10	16	4	10	14	18
20	6	10	16	4	9	13	18

Tabelle 31: Anzahlen N der an den Tagen 6 bis 20 ab Laichdatum (LD) getesteten T.nilotica. Der Test erfolgte in allen Versuchsreihen mit bewegter dezentral angeordneter Attrappe. Das Symbol + steht am Tag des Schwimmbeginns. Alle Tiere wurden wiederholt getestet.

Versuchsreihen T.nilotica		Rangkorrelationen der Werte ... mit dem Alter			
		Abstandswerte		Streuungswerte	
		der Tages-Gruppen	der einz. Tiere	der Tages-Gruppen	der einz. Tiere
Aufz.	Durchf.	$ME(ME(X)_{ind})$	$ME(X)_{ind}$	$ME(ME(X)_{ind})$	$ME(X)_{ind}$
mit	erste	0.10	- 0.06	<u>0.75</u>	<u>0.47</u>
	zweite	<u>1.00</u>	<u>0.63</u>	<u>0.98</u>	<u>0.77</u>
	zusammen	0.40	<u>0.26</u>	<u>0.74</u>	<u>0.65</u>
ohne	erste	<u>0.82</u>	<u>0.53</u>	<u>0.74</u>	<u>0.59</u>
	zweite	- 0.17	0.03	<u>0.90</u>	<u>0.70</u>
	zusammen	<u>0.80</u>	<u>0.38</u>	<u>0.95</u>	<u>0.63</u>
sichtb	erste	<u>0.92</u>	<u>0.48</u>	<u>0.81</u>	<u>0.39</u>

Tabelle 32: Werte des Rangkorrelationskoeffizienten r_s aus Versuchen mit T.nilotica. Positive Ergebniswerte zeigen an, daß die im Kopf der Tabelle genannten Ergebniswerte mit dem Alter ansteigen. Signifikante Ergebniswerte sind unterstrichen.

Ergebnisgrößen und ihre Zuordnung zum Alter	T. nilotica Aufz.mit Attr. 1.,2.Durchf.	Aufz.ohne Attr. 1.,2.Durchf.
$ME(X)_{ind}$ LD	s	s
$ME(ME(X)_{ind})$ LD	n	n
$ME(ME(X)_{ind})$ SB	n	n
$QA(X)_{ind}$ LD	s	s
$ME(QA(X)_{ind})$ LD	n	n
$ME(QA(X)_{ind})$ SB	n	n

Tabelle 33: Resultate von reihenweis gerechneten Signifikanztests (U-Tests) zur Reproduzierbarkeit. Die links angegebenen Ergebniswerte gleichartiger Versuchsreihen wurden auf signifikante Unterschiede geprüft. Der Buchstabe "n" weist auf nichtsignifikante, "s" auf signifikante Unterschiede hin.

a)

Alter ab Laich-datum	U-Tests über Werte von 2 Durchführungen: indiv. Abst.-Mediane	indiv. mittl. Quart.-Abweich.
12	1.21	0.68
13	1.21	1.44
14	- 0.87	- 0.83
15	- 1.51	- 1.59
16	- <u>2.27</u>	- <u>3.25</u>
17	- 1.89	- 1.59
18	- 1.80	- 0.16
19	- 1.36	0.22
20	- 1.74	0.43

b)

Alter ab Schwimm-beginn	U-Tests über Werte von 2 Durchführungen: indiv. Abst.-Mediane	indiv. mittl. Quart.-Abweich.
2	<u>2.76</u>	1.25
3	0.57	- 0.15
4	0.19	0.30
5	- 1.89	- <u>1.97</u>
6	- 1.44	- <u>2.42</u>
7	- <u>2.91</u>	- <u>3.70</u>
8	- <u>2.34</u>	- <u>1.97</u>
9	- <u>2.04</u>	- 0.49
10	- <u>2.17</u>	0.00

Tabelle 34: Resultate von tageweis gerechneten U-Tests zur Reproduzierbarkeit. T.nilotica, Aufzucht mit Attrappe. Das Alter ist a) auf das Laichdatum und b) auf den Schwimmbeginn bezogen. Signifikante Werte sind unterstrichen.

Alter ab Laich-datum	U-Tests über Werte von 2 Durchführungen: indiv. Abst.-Mediane	indiv. mittl. Quart.-Abweich.	Alter ab Schwimm-beginn
12	- <u>2.23</u>	<u>2.12</u>	2
13	1.29	0.83	3
14	- 0.45	- 0.53	4
15	- 0.08	0.23	5
16	- 1.93	- <u>3.33</u>	6
17	- 1.59	- 0.91	7
18	0.16	- 0.82	8
19	-	-	9
20	-	-	10

Tabelle 35: Resultate von tageweis gerechneten U-Tests zur Reproduzierbarkeit. T.nilotica, Aufzucht ohne Attrappe. Das Alter ist auf das Laichdatum (linke Spalte) und auf den Schwimmbeginn (rechte Spalte) bezogen. Signifikante Ergebniswerte sind unterstrichen.

T.nilotica

Alter LD	Alter SB	Anzahl der Tiere
9	1	20
10	2	20
11	3	19
12	4	19
13	5	19
14	6	18
15	7	18

Tabelle 36: Versuchsplan einer Versuchsreihe mit T.nilotica, die ohne Attrappe aufwuchsen und wiederholt an die bewegte Attrappe gesetzt wurden. Die Tabelle enthält die Anzahlen der pro Tag getesteten Tiere, deren Alter ab Laichdatum (LD) und Schwimmbeginn (SB) angegeben ist.

Alter (LD)	Ergebnisse der U-Tests
9	+ 0.64
10	- 0.62
11	- 0.87
12	- 0.66
13	- 1.01
14	+ 0.48
15	+ 0.82

Tabelle 37: Ergebnisse von U-Tests, die tageweis zwischen den Abstandswerten gerechnet wurden, die von ohne Attrappe aufgewachsenen T.nilotica stammen. Die Werte kommen aus a) der vereinigten Versuchsreihe (vgl. Tabelle 31) und b) aus der bei gleichen Bedingungen durchgeführten Versuchsreihe entsprechend Tabelle 36. Die Ergebniswerte der U-Tests sprechen für Reproduzierbarkeit der Abstandswerte.

T.mariae Miteinander verglichene Versuchsreihen unterscheiden sich nach den Aufzuchtweisen		Ergebniswerte und ihre Zuordnung zum Alter					
		$ME(X)_{ind}$ LD	$ME(ME(X)_{ind})$ LD	$ME(ME(X)_{ind})$ SB	$QA(X)_{ind}$ LD	$ME(QA(X)_{ind})$ LD	$ME(QA(X)_{ind})$ SB
mit,ohne,sichtb.	(H-Test)	s	s	s	s	n	n
mit, ohne	(U-Test)	s	s	s	n	n	n
mit, sichtb.	(U-Test)	s	s	n	s	n	n
ohne, sichtb.	(U-Test)	n	n	n	s	n	n

Tabelle 38: Resultate von reihenweis gerechneten Signifikanztests zum Einfluß der Aufzuchtweisen bei Versuchen mit jungen T.mariae. Die Ergebniswerte (Kopf der Tabelle) von Versuchsreihen, die sich hinsichtlich der Aufzuchtweise unterscheiden, wurden mittels H- bzw. U-Test auf Abweichungen überprüft. "n" deutet auf nichtsignifikante, "s" auf signifikante Unterschiede hin.

T.mariae

Alter ab Laich-datum	H-Tests über $\bar{X}_i$-Werte aller 3 Auf-zuchtweisen	U-Tests über $\bar{X}_i$-Werte von je 2 Aufzuchtweisen		
		mit ohne	mit sichtb.	ohne sichtb.
06	-	-	-	-
07	-	-	-	-
08	94.66	- 6.00	0.63	7.15
09	118.62	0.82	- 8.38	- 8.18
10	138.53	- 5.74	- 9.45	- 9.33
11	119.60	0.60	- 9.45	- 9.38
12	155.51	- 8.64	- 9.45	- 8.49
13	158.87	- 9.32	- 9.45	- 7.01
14	159.12	- 9.45	- 9.43	8.24
15	159.12	- 9.45	- 9.45	- 5.02
16	159.12	- 9.46	- 9.21	8.90
17	158.68	- 9.17	- 5.27	8.17
18	155.81	- 8.33	- 3.00	7.92
19	149.66	- 5.42	- 3.99	2.25
20	-	- 3.02	-	-

Tabelle 39a: Resultate tageweiser Signifikanztests über die Zeitpunktswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten nach unterschiedlicher Aufzucht. Die Ergebnisse basieren auf $\bar{X}_i$-Werten von T.mariae, das Alter ist ab Laichdatum angegeben.

T.mariae

Alter ab Laich-datum	H-Tests über $ME(X)_{ind}$ aller 3 Auf-zuchtweisen	U-Tests über $ME(X)_{ind}$-Werte von je 2 Aufzuchtweisen		
		mit ohne	mit sichtb.	ohne sichtb.
06	-	-	-	-
07	-	-	-	-
08	7.08	- 2.17	0.78	2.43
09	16.00	- 0.28	- 3.19	- 3.39
10	18.42	- 0.85	- 3.77	- 3.22
11	17.04	- 0.71	- 3.14	- 3.64
12	13.45	- 1.94	- 3.69	- 1.42
13	7.86	- 1.96	- 2.76	- 0.58
14	14.27	- 3.72	- 2.35	1.92
15	9.64	- 1.98	- 2.23	- 0.24
16	13.59	- 2.91	- 2.19	2.86
17	6.72	- 1.66	- 0.20	2.69
18	8.89	- 2.55	- 0.32	2.66
19	0.27	- 0.60	- 0.41	- 0.10
20	-	-	-	-

Tabelle 39b: Resultate tageweiser Signifikanztests über die Abstandsmediane zum Unterschied im Abstandsverhalten nach unterschiedlicher Aufzucht. Die Ergebnisse basieren auf $ME(X)_{ind}$-Werten von T.mariae, das Alter ist ab Laichdatum angegeben.

T.mariae

Alter ab Laich-datum	H-Tests über $QA(X)_{ind}$-Werte aller 3 Auf-zuchtweisen	U-Tests über $QA(X)_{ind}$-Werte von je 2 Aufzuchtweisen		
		mit ohne	mit sichtb.	ohne sichtb.
06	-	-	-	-
07	-	-	-	-
08	3.24	- 1.28	0.16	1.78
09	2.73	- 0.24	- 1.44	- 1.26
10	2.63	- 0.40	- 1.59	- 0.89
11	1.33	- 0.87	0.09	1.11
12	1.62	- 0.20	0.91	1.16
13	0.40	0.63	0.43	- 0.24
14	0.26	0.55	0.28	- 0.23
15	12.99	0.51	- 2.91	- 3.00
16	4.18	- 0.16	- 1.80	- 1.56
17	2.99	0.42	- 1.04	- 1.68
18	8.29	2.43	- 0.07	- 2.61
19	11.78	0.25	- 2.26	- 3.14
20	-	-	-	-

Tabelle 39c: Resultate tageweiser Signifikanztests über die Streuungswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten nach unterschiedlicher Aufzucht. Die Ergebnisse basieren auf Tests über die $QA(X)_{ind}$-Werte von T.mariae, das Alter ist ab Laichdatum angegeben.

T.mariae

Alter ab Schwimm-beginn	H-Tests über $\bar{X}_i$-Werte aller 3 Aufzuchtw.	U-Tests über $\bar{X}_i$-Werte von je 2 Aufzuchtweisen		
		mit ohne	mit sichtb.	ohne sichtb.
- 3	-	-	-	-
- 2	-	- 2.16	-	-
- 1	-	- 4.53	-	-
01	70.67	- 4.15	1.86	5.04
02	71.27	- 2.86	2.87	5.07
03	123.03	- 1.28	- 8.44	- 7.58
04	157.95	- 8.83	- 7.90	3.96
05	159.12	- 9.45	- 9.45	6.72
06	159.12	- 9.42	- 9.30	4.27
07	158.57	- 9.26	- 8.77	5.80
08	159.12	- 9.45	- 9.35	6.15
09	159.03	- 9.41	- 4.82	9.04
10	139.96	- 3.13	- 2.74	1.42
11	147.93	- 3.52	- 0.70	4.07
12	139.93	- 3.02	- 4.25	- 1.42

Tabelle 40a: Resultate tageweiser Signifikanztests über die Zeitpunktswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten nach unterschiedlicher Aufzucht. Die Ergebnisse basieren auf $\bar{X}_i$-Werten von T.mariae, das Alter ist auf den Schwimmbeginn bezogen

T.mariae

Alter ab Schwimm-beginn	H-Tests über $ME(X)_{ind}$-Werte aller 3 Auf-zuchtweisen	U-Tests über die $ME(X)_{ind}$-Werte von je 2 Aufzuchtweisen		
		mit ohne	mit sichtb.	ohne sichtb.
- 3	-	-	-	-
- 2	-	- 0.83	-	-
- 1	-	- 1.87	-	-
01	3.18	- 1.46	0.45	1.61
02	0.49	- 0.40	- 0.30	0.74
03	4.03	- 0.30	- 1.77	- 1.51
04	3.36	- 1.78	- 1.46	0.38
05	19.59	- 3.64	- 3.83	1.68
06	6.95	- 2.19	- 2.43	0.28
07	4.45	- 1.62	- 1.39	1.58
08	7.23	- 2.13	- 1.52	2.12
09	14.30	- 2.83	0.13	3.66
10	1.75	-	-	1.31
11	0.67	-	-	0.79
12	2.25	-	-	0.14

Tabelle 40b: Resultate tageweiser Signifikanztests über die Abstandsmediane zum Unterschied im Abstandsverhalten nach unterschiedlicher Aufzucht. Die Ergebnisse basieren auf $ME(X)_{ind}$-Werten von T.mariae, das Alter ist auf den Schwimmbeginn bezogen.

T.mariae

Alter ab Schwimm-beginn	H-Tests über $QA(X)_{ind}$-Werte aller 3 Auf-zuchtweisen	U-Tests über die $QA(X)_{ind}$-Werte von je 2 Aufzuchtweisen		
		mit ohne	mit sichtb.	ohne sichtb.
- 3	-	-	-	-
- 2	-	- 0.45	-	-
- 1	-	- 1.70	-	-
01	5.75	- 0.77	1.43	2.29
02	0.33	- 0.36	- 0.56	- 0.20
03	0.89	- 0.91	- 0.26	0.73
04	8.86	1.82	3.06	0.62
05	2.26	- 0.12	- 1.52	- 0.90
06	0.09	- 0.28	- 0.25	- 0.03
07	2.20	1.38	0.54	- 1.13
08	3.24	0.24	- 1.56	- 1.41
09	3.91	1.28	- 1.01	- 1.78
10	2.13	-	-	- 0.56
11	1.62	-	-	- 1.38
12	9.71	-	-	- 2.38

Tabelle 40c: Resultate tageweiser Signifikanztests über die Streuungswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten nach unterschiedlicher Aufzucht. Die Ergebnisse basieren auf $QA(X)_{ind}$-Werten von T.mariae, das Alter ist auf den Schwimmbeginn bezogen.

Alter ab Laich-datum	Abstandswerte der Leertests gegen Abstandswerte ME(X)ind von Versuchsreihen mit verschiedenen Aufzuchtweisen	
	mit	ohne
8	- 4.54	- 4.54
9	- 5.00	- 5.06
10	- 4.93	- 4.62
11	- 3.65	- 4.39
12	- 3.38	- 1.59
13	- 2.58	- 0.41
14	- 2.97	+ 1.51
15	- 2.48	- 0.02

Tabelle 41: Resultate tageweis gerechneter U-Tests von Versuchsreihen mit T.mariae, die der Versuchsreihe "Test ohne Attrappe" gegenübergestellt werden. Die Resultate lassen sich für die mit Attrappe aufgewachsenen Tiere und für die jüngeren ohne Attrappe aufgewachsenen Tiere im Sinne einer Bindungsannahme interpretieren.

T.nilotica

Miteinander verglichene Versuchsreihen unterscheiden sich nach den Aufzuchtweisen		Ergebnisgrößen und ihre Zuordnung zum Alter					
		$ME(X)_{ind}^{LD}$	$ME(ME(X)_{ind}^{LD})$	$ME(ME(X)_{ind}^{SB})$	$QA(X)_{ind}^{LD}$	$ME(QA(X)_{ind}^{LD})$	$ME(QA(X)_{ind}^{SB})$
mit,ohne,sichtb.	(H-Test)	s	s	s	s	n	n
mit, ohne	(U-Test)	s	s	s	n	n	n
mit, sichtb.	(U-Test)	s	s	s	s	n	n
ohne, sichtb.	(U-Test)	s	s	s	s	n	n

Tabelle 42: Resultate von reihenweis gerechneten Signifikanztests zum Einfluß der Aufzuchtweisen bei Versuchen mit jungen T.nilotica. Die Ergebniswerte (Kopf der Tabelle) von Versuchsreihen, die sich hinsichtlich der Aufzuchtweise unterscheiden, wurden mittels H- bzw. U-Test auf Abweichungen überprüft. "n" deutet auf nichtsignifikante, "s" auf signifikante Unterschiede hin.

T.nilotica

Alter ab Laich-datum	H-Tests über $\bar{X}_i$-Werte aller 3 Aufzuchtweisen	U-Tests über $\bar{X}_i$-Werte von je 2 Aufzuchtweisen		
		mit ohne	mit sichtb.	ohne sichtb.
06	-	-	-	-
07	-	-	-	-
08	-	4.39	-	-
09	-	7.19	-	-
10	-	- 9.45	-	-
11	115.09	- 9.45	- 4.72	9.45
12	159.12	- 9.45	- 9.45	9.35
13	157.18	- 9.45	- 9.43	9.11
14	158.48	- 9.45	- 9.45	9.24
15	158.32	- 9.45	- 9.45	9.04
16	156.98	- 9.45	- 9.40	8.81
17	150.50	- 9.45	- 9.34	7.29
18	145.35	- 9.45	- 9.20	6.91
19	108.33	- 9.38	- 7.78	6.68
20	103.69	- 8.46	- 7.48	4.26

Tabelle 43a: Resultate tageweis gerechneter Signifikanz-Tests über die Zeitpunktswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten nach unterschiedlicher Aufzucht. Die Ergebnisse basieren auf $\bar{X}_i$-Werten von T.nilotica, das Alter ist auf das Laichdatum bezogen.

T.nilotica

Alter ab Laich-datum	H-Tests über $ME(X)_{ind}$-Werte aller 3 Auf-zuchtweisen	U-Tests über die $ME(X)_{ind}$-Werte von je 2 Aufzuchtweisen		
		mit ohne	mit sichtb.	ohne sichtb.
06	-	-	-	-
07	-	-	-	-
08	-	0.30	-	-
09	-	0.87	-	-
10	-	- 3.17	-	-
11	14.62	- 3.02	- 1.32	4.43
12	35.88	- 4.92	- 3.43	4.52
13	25.90	- 4.23	- 3.20	3.53
14	36.74	- 5.96	- 3.62	4.33
15	40.70	- 5.36	- 4.13	4.22
16	40.15	- 5.26	- 3.85	4.53
17	39.73	- 5.11	- 4.07	4.55
18	35.32	- 5.11	- 3.97	3.54
19	28.05	- 4.04	- 3.11	4.45
20	29.26	- 4.56	- 3.62	3.41

Tabelle 43b: Resultate tageweis gerechneter Signifikanz-tests über die Abstandsmediane zum Unterschied im Abstandsverhalten nach unterschiedlicher Aufzucht. Die Ergebnisse basieren auf $ME(X)_{ind}$-Werten von T.nilotica, das Alter ist auf das Laichdatum bezogen.

T.nilotica

Alter ab Laich-datum	H-Tests über $QA(X)_{ind}$-Werte aller 3 Auf-zuchtweisen	U-Tests über die $QA(X)_{ind}$-Werte von je 2 Aufzuchtweisen		
		mit ohne	mit sichtb.	ohne sichtb.
06	-	-	-	-
07	-	-	-	-
08	-	0.38	-	-
09	-	1.81	-	-
10	-	- 0.91	-	-
11	1.74	- 1.21	- 1.10	0.31
12	29.47	- 4.68	- 4.07	2.56
13	9.70	- 3.16	- 2.11	0.22
14	13.74	- 3.16	- 2.70	- 2.40
15	11.07	- 0.92	- 2.08	- 3.68
16	2.59	- 1.30	- 1.46	0.34
17	5.85	2.16	1.64	- 1.20
18	8.39	2.47	2.51	0.27
19	10.57	2.74	2.83	- 0.42
20	15.93	3.11	3.52	1.32

Tabelle 43c: Resultate tageweis gerechneter Signifikanz-tests über die Streuungswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten nach unterschiedlicher Aufzucht. Die Ergebnisse basieren auf $QA(X)_{ind}$-Werten von T.nilotica, das Alter ist auf das Laichdatum bezogen.

T.nilotica

Alter ab Schwimm-beginn	H-Tests über $\bar{X}_i$-Werte aller 3 Aufzuchtweisen	U-Tests über $\bar{X}_i$-Werte von je 2 Aufzuchtweisen		
		mit ohne	mit sichtb.	ohne sichtb.
- 3	-	-	-	-
- 2	-	- 7.76	-	-
- 1	120.48	- 9.01	-	-
01	120.48	- 9.45	- 6.41	9.45
02	150.14	- 9.45	- 8.71	9.45
03	158.26	- 9.45	- 9.45	9.11
04	156.51	- 9.45	- 9.24	9.24
05	158.32	- 9.45	- 9.45	9.04
06	156.96	- 9.45	- 9.43	8.81
07	152.63	- 9.45	- 9.42	7.29
08	144.17	- 9.45	- 9.28	6.19
09	107.87	- 9.45	- 9.00	6.68
10	112.17	- 8.76	- 7.97	4.26
11	-	-	-	-
12	-	-	-	-

Tabelle 44a: Resultate tageweis gerechneter Signifikanztests über die Zeitpunktswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten nach unterschiedlicher Aufzucht. Die Ergebnisse basieren auf $\bar{X}_i$-Werten von T.nilotica, das Alter ist auf den Schwimmbeginn bezogen.

T.nilotica

Alter ab Schwimm-beginn	H-Tests über $ME(X)_{ind}$-Werte aller 3 Auf-zuchtweisen	U-Tests über die $ME(X)_{ind}$-Werte von je 2 Aufzuchtweisen		
		mit ohne	mit sichtb.	ohne sichtb.
- 3	-	-	-	-
- 2	-	- 0.83	-	-
- 1	-	- 1.55	-	-
01	17.57	- 3.63	- 1.65	3.43
02	31.10	- 4.68	- 2.33	4.52
03	29.70	- 4.56	- 3.64	3.53
04	33.42	- 4.68	- 3.54	4.33
05	42.13	- 5.41	- 4.36	4.22
06	38.31	- 5.21	- 3.46	4.53
07	38.58	- 5.11	- 3.74	4.55
08	38.55	- 5.27	- 4.39	3.54
09	30.35	- 4.30	- 3.37	4.45
10	29.64	- 4.56	- 3.71	3.41
11	-	-	-	-
12	-	-	-	-

Tabelle 44b: Resultate tageweis gerechneter Signifikanz-tests über die Abstandsmediane zum Unterschied im Abstandsverhalten nach unterschiedlicher Aufzucht. Die Ergebnisse basieren auf $ME(X)_{ind}$-Werten von T.nilotica, das Alter ist auf den Schwimmbeginn bezogen.

T.nilotica

Alter ab Schwimm-beginn	H-Tests über $QA(X)_{ind}$-Werte aller 3 Auf-zuchtweisen	U-Tests über die $QA(X)_{ind}$-Werte von je 2 Aufzuchtweisen		
		mit ohne	mit sichtb.	ohne sichtb.
- 3	-	-	-	-
- 2	-	- 1.59	-	-
- 1	-	- 0.57	-	-
01	3.23	- 1.81	- 1.41	0.31
02	15.62	- 3.22	- 2.81	2.56
03	20.99	- 4.61	- 3.18	0.22
04	9.74	- 2.57	- 2.16	- 2.40
05	10.15	- 1.19	- 1.83	- 3.68
06	0.41	- 0.49	- 0.56	0.34
07	1.21	- 0.41	- 0.70	- 1.20
08	5.16	1.85	2.02	0.27
09	3.94	1.60	1.73	- 0.42
10	15.88	2.98	3.59	1.32
11	-	-	-	-
12	-	-	-	-

Tabelle 44c: Resultate tageweis gerechneter Signifikanz-tests über die Streuungswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten nach unterschiedlicher Aufzucht. Die Ergebnisse basieren auf $QA(X)_{ind}$-Werten von T.nilotica, das Alter ist auf den Schwimmbeginn bezogen.

Alter LD	Resultate von U-Tests, tageweise Gegenüberstellung der Leertest-Werte mit Versuchen bei verschiedener Aufzucht		
	mit	ohne	sichtb.
10	+ 3.45	- 0.62	-
11	+ 3.17	- 1.32	+ 3.94
12	+ 4.60	- 2.43	+ 3.05
13	+ 4.34	- 2.71	+ 2.00
14	+ 4.44	- 2.58	+ 1.12
15	+ 3.87	- 4.40	- 1.94

Tabelle 45: Art T.nilotica. Ergebnisse von U-Tests, in denen die Leertest-Werte den $ME(X)_{ind}$-Werten verschiedener Versuchsreihen, die sich durch die Aufzuchtweisen unterscheiden, gegenübergestellt wurden. Die Abstandswerte der mit Attrappe aufgewachsenen Tiere sprechen für Bindungsverhalten, die der ohne Attrappe aufgewachsenen Tiere für Meideverhalten. Die jüngeren mit sichtbarer Attrappe aufgewachsenen Tiere zeigten Bindungsverhalten.

T.nilotica

Alter ab Laich-datum	Vergleich der Testweisen bew.Attr. steh.Attr.
10	- 3.57
11	- 2.57
12	- 0.06
13	- 2.15
14	- 3.28
15	- 2.99

Tabelle 46: Die Tabelle enthält die Resultate von U-Tests über die Abstandswerte zweier Versuchsreihen mit T.nilotica, die sich hinsichtlich der Aufzuchtweise ohne Attrappe gleichen und sich in der Testweise - Test an bewegter Attrappe bzw. Test an stehender Attrappe - unterscheiden. Die mehrheitlich signifikanten Resultate sprechen für bedeutende Auswirkungen der Testweisen.

Alter ab Laich-datum	Anzahlen der mit bewegter Attrappe getesteten Tiere T.tholloni nach unterschiedlichen Aufzuchtweisen		
	mit Attr.	ohne Attr.	sichtb.Attr.
6	-	20	-
7	10+	10+	18
8	10	10	18
9	10	10	17+
10	10	10	17
11	10	10	17
12	10	10	15
13	10	10	15
14	10	10	15
15	10	10	15
16	10	10	14
	e	e	w

Tabelle 47: Anzahlen N der an den Tagen 6 bis 20 ab Laichdatum getesteten T.tholloni. Der Test erfolgte in allen Versuchsreihen mit bewegter dezentral angeordneter Attrappe. Das Symbol + steht am Tag des Schwimmbeginns. Die Buchstaben e und w geben an, ob die Tiere von Tag zu Tag wiederholt (w) oder pro Tier nur ein einziges Mal (e) getestet wurden.

T.tholloni	Rangkorrelationen der ... Werte mit dem Alter			
	Abstandswerte der		Streuungswerte der	
	Tages-Gruppen	einzeln. Tiere	Tages-Gruppen	einzeln. Tiere
Aufzucht	$ME(ME(X)_{ind})$	$ME(X)_{ind}$	$ME(QA(X)_{ind})$	$QA(X)_{ind}$
mit	<u>0.94</u>	<u>0.73</u>	<u>0.67</u>	<u>0.37</u>
ohne	<u>0.91</u>	<u>0.55</u>	0.20	0.10
sichtb.	<u>0.71</u>	<u>0.56</u>	<u>0.92</u>	<u>0.39</u>

Tabelle 48: Werte des Rangkorrelationskoeffizienten r_s. Positive Zahlen zeigen an, daß die von T.tholloni erhaltenen Ergebniswerte (Kopf der Tabelle) mit dem Alter ansteigen. Unterstrichene Zahlen deuten auf Signifikanz hin.

T.tholloni Miteinander verglichene Versuchsreihen unterscheiden sich nach den Aufzuchtweisen		Ergebnisgrößen und ihre Zuordnung zum Alter					
		$ME(X)_{ind}$ LD	$ME(ME(X)_{ind})$ LD	$ME(ME(X)_{ind})$ SB	$QA(X)_{ind}$ LD	$ME(QA(X)_{ind})$ LD	$ME(QA(X)_{ind})$ SB
mit,ohne,sichtb.	(H-Test)	s	s	s	n	n	n
mit, ohne	(U-Test)	s	s	s	n	n	n
mit, sichtb.	(U-Test)	n	n	n	n	n	s
ohne, sichtb.	(U-Test)	s	s	n	n	n	n

Tabelle 49: Resultate von reihenweis gerechneten Signifikanztests eum Einfluß der Aufzuchtweisen bei Versuchen mit jungen T.tholloni. Die Ergebniswerte (Kopf der Tabelle) von Versuchsreihen, die sich hinsichtlich der Aufzuchtweise unterscheiden, wurden mittels H- bzw. U-Test auf Abweichungen überprüft. "n" deutet auf nichtsignifikante, "s" auf signifikante Unterschiede hin.

T.tholloni

Alter ab Laich-datum	H-Tests über $\bar{X}_i$-Werte aller 3 Auf-zuchtweisen	U-Tests über $\bar{X}_i$-Werte von je 2 Aufzuchtweisen		
		mit ohne	mit sichtb.	ohne sichtb.
06	-	-	-	-
07	86.05	- 2.84	- 2.56	- 0.23
08	139.93	- 9.46	- 9.39	3.54
09	156.61	- 9.35	- 5.37	9.20
10	122.80	- 9.46	- 3.86	9.44
11	153.50	- 9.45	- 8.85	9.45
12	119.42	- 9.45	- 4.97	9.34
13	127.36	- 9.45	5.75	9.45
14	82.47	- 8.54	6.29	9.45
15	142.20	- 7.35	- 3.43	4.53
16	132.92	- 9.45	- 6.49	7.64

Tabelle 50a: Resultate tageweis gerechneter Signifikanztests über die Zeitpunktswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten nach unterschiedlicher Aufzucht. Die Ergebnisse basieren auf $\bar{X}_i$-Werten von T.tholloni, das Alter ist auf das Laichdatum bezogen.

T.tholloni

Alter ab Laich-datum	H-Tests über $ME(X)_{ind}$-Werte aller 3 Auf-zuchtweisen	U-Tests über die $ME(X)_{ind}$-Werte von je 2 Aufzuchtweisen		
		mit ohne	mit sichtb.	ohne sichtb.
06	-	-	-	-
07	1.95	- 1.66	- 0.77	0.41
08	5.96	- 2.12	- 2.13	0.48
09	6.72	- 2.80	- 0.45	1.81
10	14.60	- 3.17	- 0.55	3.46
11	14.15	- 3.63	- 1.46	2.69
12	11.65	- 3.17	- 0.22	2.83
13	17.13	- 2.95	1.11	3.94
14	12.93	- 1.66	1.97	3.44
15	2.42	- 1.44	- 0.44	1.22
16	14.17	- 3.02	- 2.43	2.69

Tabelle 50b: Resultate tageweis gerechneter Signifikanz-tests über die Abstandsmediane zum Unterschied im Abstandsverhalten nach unterschiedlicher Aufzucht. Die Ergebnisse basieren auf $ME(X)_{ind}$-Werten von T.tholloni, das Alter ist auf das Laichdatum bezogen.

T.tholloni

Alter ab Laich-datum	H-Tests über $QA(X)_{ind}$-Werte aller 3 Auf-zuchtweisen	U-Tests über die $QA(X)_{ind}$-Werte von je 2 Aufzuchtweisen		
		mit ohne	mit sichtb.	ohne sichtb.
06	-	-	-	-
07	3.70	- 0.60	1.39	1.68
08	7.19	- 2.57	- 2.35	0.58
09	6.06	- 0.68	1.81	2.16
10	2.76	- 1.81	- 0.65	0.95
11	0.15	0.15	0.20	- 0.45
12	3.74	- 1.74	- 0.39	1.61
13	1.51	1.29	0.50	- 0.72
14	1.49	0.83	- 0.55	- 1.11
15	9.05	2.42	1.00	- 2.66
16	8.13	- 0.76	- 2.46	- 2.23

Tabelle 50c: Resultate tageweis gerechneter Signifikanz-tests über die Streuungswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten nach unterschiedlicher Aufzucht. Die Ergebnisse basieren auf $QA(X)_{ind}$-Werten von T.tholloni, das Alter ist auf das Laichdatum bezogen.

T.tholloni

Alter ab Schwimm-beginn	H-Tests über $\bar{X}_i$-Werte aller 3 Aufzuchtweisen	U-Tests über $\bar{X}_i$-Werte von je 2 Aufzuchtweisen		
		mit ohne	mit sichtb.	ohne sichtb.
- 3	-	-	-	-
- 2	-	-	-	-
- 1	-	-	-	6.24
01	122.90	- 2.84	- 9.46	- 9.46
02	159.07	- 9.46	- 9.46	- 3.37
03	158.24	- 9.35	- 9.19	6.42
04	120.59	- 9.46	- 5.27	9.45
05	153.54	- 9.45	- 1.23	9.45
06	139.24	- 9.45	- 8.43	6.18
07	153.17	- 9.45	- 8.49	8.44
08	99.81	- 8.54	2.08	8.81
09	-	- 7.35	-	-
10	-	- 9.45	-	-

Tabelle 51a: Resultate tageweis gerechneter Signifikanztests über die Zeitpunktswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten nach unterschiedlicher Aufzucht. Die Ergebnisse basieren auf $\bar{X}_i$-Werten von T.tholloni, das Alter ist auf den Schwimmbeginn bezogen.

T.tholloni

Alter ab Schwimm-beginn	H-Tests über $ME(X)_{ind}$-Werte aller 3 Auf-zuchtweisen	U-Tests über die $ME(X)_{ind}$-Werte von je 2 Aufzuchtweisen		
		mit ohne	mit sichtb.	ohne sichtb.
- 3	-	-	-	-
- 2	-	-	-	-
- 1	-	-	-	1.30
01	19.68	- 1.66	- 3.72	- 3.39
02	13.75	- 2.12	- 3.92	- 0.50
03	9.34	- 2.80	- 2.31	1.23
04	12.79	- 3.17	- 0.67	3.02
05	17.71	- 3.63	0.50	3.72
06	13.67	- 3.17	- 2.66	2.03
07	13.44	- 2.95	- 2.44	2.55
08	9.61	- 1.66	1.00	3.19
09	-	- 1.44	-	-
10	-	- 3.02	-	-

Tabelle 51b: Resultate tageweis gerechneter Signifikanztests über die Abstandsmediane zum Unterschied im Abstandsverhalten nach unterschiedlicher Aufzucht. Die Ergebnisse basieren auf $ME(X)_{ind}$-Werten von T.tholloni, das Alter ist auf den Schwimmbeginn bezogen.

T.tholloni

Alter ab Schwimm-beginn	H-Tests über $QA(X)_{ind}$-Werte aller 3 Auf-zuchtweisen	U-Tests über die $QA(X)_{ind}$-Werte von je 2 Aufzuchtweisen		
		mit ohne	mit sichtb.	ohne sichtb.
- 3	-	-	-	-
- 2	-	-	-	-
- 1	-	-	-	- 0.96
01	0.73	- 0.60	0.70	- 0.55
02	8.16	- 2.57	- 2.49	- 0.20
03	5.81	- 0.68	1.41	2.36
04	4.21	- 1.81	- 0.17	1.78
05	0.63	0.15	- 0.50	- 0.78
06	2.49	- 1.74	- 0.33	1.00
07	12.66	1.29	- 2.44	- 3.22
08	10.19	0.83	- 2.23	- 2.96
09	-	2.42	-	-
10	-	- 0.76	-	-

Tabelle 51c: Resultate tageweis gerechneter Signifikanz-tests über die Streuungswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten nach unterschiedlicher Aufzucht. Die Ergebnisse basieren auf $QA(X)_{ind}$-Werten von T.tholloni, das Alter ist auf den Schwimmbeginn bezogen.

Alter ab Laich-datum	T.tholloni Attrappe bei Aufzucht: mit	ohne	sichtb.
7	- 3.63	- 3.78	- 3.98
8	- 3.78	- 1.29	- 2.54
9	- 3.36	- 0.30	- 2.16
10	- 2.65	- 0.87	- 2.61
11	- 1.96	+ 0.98	- 0.97
12	- 2.04	+ 1.31	- 1.43
13	- 1.47	+ 1.39	- 2.53
14	± 0.00	+ 1.88	- 2.27
15	- 0.90	+ 1.06	- 0.60
16	- 2.45	+ 2.37	- 0.44

Tabelle 52: Resultate der U-Tests, in denen die $ME(X)_{ind}$-Werte verschiedener Versuchsreihen mit den Leertestwerten verglichen werden. Die Werte stammen von T.tholloni. Die negativen unterstrichenen Werte deuten auf Bindung hin. Der eine positive unterstrichene Wert deutet auf Meiden hin.

Aufzucht mit Attrappe		Ergebniswerte und deren Zuordnung zum Alter					
Miteinander verglichene Arten		$ME(X)_{ind}$ LD	$ME(ME(X)_{ind})$ LD	$ME(ME(X)_{ind})$ SB	$QA(X)_{ind}$ LD	$ME(QA(X)_{ind})$ LD	$ME(QA(X)_{ind})$ SB
mar,nil,tho	(H-Test)	s	s	s	n	n	n
mar, nil	(U-Test)	s	s	s	s	n	n
mar, tho	(U-Test)	n	n	n	n	n	n
nil, tho	(U-Test)	s	s	s	n	n	n

Tabelle 53: Resultate reihenweiser Signifikanztests zum Einfluß der Artzugehörigkeit auf das Abstandsverhalten. Die Ergebniswerte von Versuchsreihen, die nach Aufzucht mit Attrappe erhalten wurden und sich nach der Artzugehörigkeit unterscheiden, wurden mittels H- und U-Test auf Unterschiede geprüft. "n" deutet auf nichtsignifikante, "s" auf signifikante Unterschiede hin.

Aufzucht mit Attrappe

Alter ab Laich-datum	H-Tests über $\bar{X}_i$-Werte aller 3 Arten	U-Tests über die $\bar{X}_i$-Werte von je 2 Arten		
		mar nil	mar tho	nil tho
06	-	-	-	-
07	-	-	-	-
08	89.61	- 7.29	0.43	9.45
09	105.32	- 9.46	- 9.43	3.41
10	115.07	- 8.26	- 9.46	- 9.25
11	76.59	0.63	- 8.19	- 7.35
12	130.81	9.45	- 6.43	- 9.46
13	85.37	9.43	- 7.81	- 9.45
14	116.54	9.45	- 9.35	- 9.45
15	44.09	9.41	- 8.55	- 9.43
16	69.94	8.97	- 5.98	- 9.32
17	-	8.98	-	-
18	-	9.07	-	-
19	-	7.81	-	-
20	-	3.19	-	-

Tabelle 54a: Resultate tageweis gerechneter Signifikanztests über die Zeitpunktswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten entsprechend der Artzugehörigkeit. Die Ergebnissen basieren auf $\bar{X}_i$-Werten bei Aufzucht mit Attrappe. Das Alter ist auf das Laichdatum bezogen.

Aufzucht mit Attrappe

Alter ab Laich-datum	H-Tests über die $ME(X)_{ind}$-Werte aller 3 Arten	U-Tests über die $ME(X)_{ind}$-Werte von je 2 Arten		
		mar nil	mar tho	nil tho
06	-	-	-	-
07	-	-	-	-
08	0.63	- 0.92	- 0.07	0.38
09	20.52	- 3.44	- 4.05	1.32
10	15.91	- 1.55	- 3.83	- 2.49
11	5.21	0.39	- 2.05	- 1.89
12	14.44	2.27	- 1.94	- 3.52
13	14.50	2.88	- 1.11	- 3.30
14	20.19	3.17	- 2.61	- 3.83
15	16.92	2.68	- 2.22	- 3.61
16	8.19	1.77	- 0.94	- 2.79
17	-	2.58	-	-
18	-	3.16	-	-
19	-	2.14	-	-
20	-	-	-	-

Tabelle 54b: Resultate tageweis gerechneter Signifikanztests über die Abstandsmediane zum Unterschied im Abstandsverhalten entsprechend der Artzugehörigkeit. Die Ergebnisse basieren auf $ME(X)_{ind}$-Werten bei Aufzucht mit Attrappe. Das Alter ist auf das Laichdatum bezogen.

Aufzucht mit Attrappe

Alter ab Laich-datum	H-Tests über die $QA(X)_{ind}$-Werte aller 3 Arten	U-Tests über die $QA(X)_{ind}$-Werte von je 2 Arten		
		mar nil	mar tho	nil tho
06	-	-	-	-
07	-	-	-	-
08	5.64	2.18	1.06	- 1.59
09	8.38	- 1.72	- 2.88	- 0.68
10	3.11	0.06	- 1.94	- 0.98
11	2.99	- 0.89	- 1.78	- 0.53
12	13.85	3.27	0.67	- 2.82
13	5.91	1.30	- 0.72	- 2.55
14	4.05	1.90	0.72	- 1.19
15	10.87	- 2.13	- 3.05	- 1.76
16	0.49	- 0.67	- 0.17	0.44
17	-	- 2.07	-	-
18	-	- 2.41	-	-
19	-	- 3.43	-	-
20	-	-	-	-

Tabelle 54c: Resultate tageweis gerechneter Signifikanztests über die Streuungswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten entsprechend der Artzugehörigkeit. Die Ergebnisse basieren auf $QA(X)_{ind}$-Werten bei Aufzucht mit Attrappe. Das Alter ist auf das Laichdatum bezogen.

Aufzucht mit Attrappe

Alter ab Schwimm-beginn	H-Tests über $\bar{X}_i$-Werte aller 3 Arten	U-Tests über die $\bar{X}_i$-Werte von je 2 Arten		
		mar nil	mar tho	nil tho
- 3	-	-	-	-
- 2	-	- 7.54	-	-
- 1	-	- 9.44	-	-
01	110.76	- 7.95	6.15	9.28
02	134.19	8.88	9.44	6.34
03	114.98	9.44	- 6.55	- 9.46
04	80.58	9.10	0.36	- 9.21
05	59.36	8.34	- 4.80	- 8.91
06	128.58	9.31	7.59	- 7.29
07	89.00	9.05	- 0.37	- 8.89
08	19.37	8.38	- 9.10	- 9.41
09	84.34	8.75	- 5.10	- 8.72
10	147.43	4.54	1.84	- 4.10
11	-	6.80	-	-
12	-	-	-	-

Tabelle 55a: Resultate tageweis gerechneter Signifikanztests über die Zeitpunktswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten entsprechend der Artzugehörigkeit. Die Ergebnisse basieren auf $\bar{X}_i$-Werten bei Aufzucht mit Attrappe. Das Alter ist auf den Schwimmbeginn bezogen.

Aufzucht mit Attrappe

Alter ab Schwimm-beginn	H-Tests über die $ME(X)_{ind}$-Werte aller 3 Arten	U-Tests über die $ME(X)_{ind}$-Werte von je 2 Arten		
		mar nil	mar tho	nil tho
- 3	-	-	-	-
- 2	-	- 0.76	-	-
- 1	-	- 3.43	-	-
01	7.84	- 1.22	1.75	2.80
02	6.31	2.02	2.08	- 1.50
03	14.06	2.33	- 1.61	- 3.52
04	7.03	1.55	0.00	- 2.90
05	6.83	1.70	- 0.78	- 2.51
06	7.11	2.42	1.41	- 1.54
07	8.89	2.53	0.25	- 2.40
08	11.39	1.42	- 1.55	- 3.56
09	7.25	2.17	- 0.39	- 2.30
10	1.93	-	-	- 0.95
11	-	-	-	-
12	-	-	-	-

Tabelle 55b: Resultate tageweis gerechneter Signifikanz-Tests über die Abstandsmediane zum Unterschied im Abstandsverhalten entsprechend der Artzugehörigkeit. Die Ergebnisse basieren auf den $ME(X)_{ind}$-Werten bei Aufzucht mit Attrappe. Das Alter ist auf den Schwimmbeginn bezogen.

Aufzucht mit Attrappe

Alter ab Schwimm-beginn	H-Tests über die $QA(X)_{ind}$-Werte aller 3 Arten	U-Tests über die $QA(X)_{ind}$-Werte von je 2 Arten		
		mar nil	mar tho	nil tho
- 3	-	-	-	-
- 2	-	2.42	-	-
- 1	-	- 2.16	-	-
01	1.41	0.28	1.47	0.15
02	2.84	1.08	1.83	0.40
03	14.04	2.10	- 1.33	- 3.78
04	3.94	1.63	1.39	- 1.32
05	3.76	- 1.40	- 2.05	- 0.09
06	4.09	- 2.00	0.00	1.23
07	0.77	- 0.90	- 0.17	0.44
08	10.91	- 2.87	0.89	2.51
09	12.19	- 3.07	- 2.00	2.16
10	20.87	-	-	4.16
11	-	-	-	- 1.38
12	-	-	-	-

Tabelle 55c: Resultate tageweis gerechneter Signifikanztests über die Streuungswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten entsprechend der Artzugehörigkeit. Die Ergebnisse basieren auf den $QA(X)_{ind}$-Werten bei Aufzucht mit Attrappe. Das Alter ist auf den Schwimmbeginn bezogen.

Aufzucht ohne Attrappe		Ergebniswerte und ihre Zuordnung zum Alter					
miteinander verglichene Arten		$ME(X)_{ind}$ LD	$ME(ME(X)_{ind})$ LD	$ME(ME(X)_{ind})$ SB	$QA(X)_{ind}$ LD	$ME(QA(X)_{ind})$ LD	$ME(QA(X)_{ind})$ SB
mar,nil,tho	(H-Test)	s	n	n	s	s	s
mar, nil	(U-Test)	s	n	n	s	s	s
mar, tho	(U-Test)	s	n	n	n	n	n
nil, tho	(U-Test)	s	n	n	s	s	s

Tabelle 56: Resultate reihenweiser Signifikanztests zum Einfluß der Artzugehörigkeit auf das Abstandsverhalten. Die Ergebniswerte von Versuchsreihen, die nach Aufzucht ohne Attrappe erhalten wurden und sich nach der Artzugehörigkeit unterscheiden, wurden mittels H- und U-Test auf Unterschiede geprüft. "n" deutet auf nichtsignifikante, "s" auf signifikante Unterschiede hin.

Aufzucht ohne Attrappe

Alter ab Laich-datum	H-Tests über $\bar{X}_i$-Werte aller 3 Arten	U-Tests über die $\bar{X}_i$-Werte von je 2 Arten		
		mar nil	mar tho	nil tho
06	-	-	-	-
07	-	-	-	-
08	96.15	- 0.95	- 8.29	- 9.41
09	135.77	- 9.17	- 9.45	- 9.46
10	133.65	- 9.45	- 9.45	- 6.80
11	102.90	- 9.45	- 9.45	- 4.39
12	133.17	- 9.11	- 7.97	1.95
13	148.62	- 6.53	- 9.45	- 8.97
14	158.98	- 2.54	- 6.31	- 4.73
15	159.12	- 9.31	- 8.66	5.25
16	158.46	0.06	- 2.92	- 2.51
17	-	- 4.11	-	-
18	-	1.62	-	-
19	-	- 3.76	-	-
20	-	- 3.40	-	-

Tabelle 57a: Resultate tageweis gerechneter Signifikanztests über die Zeitpunktswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten entsprechend der Artzugehörigkeit. Die Ergebnisse basieren auf den $\bar{X}_i$-Werten bei Aufzucht ohne Attrappe. Das Alter ist auf das Laichdatum bezogen.

Aufzucht ohne Attrappe

Alter ab Laich-datum	H-Tests über die $ME(X)_{ind}$-Werte aller 3 Arten	U-Tests über die $ME(X)_{ind}$-Werte von je 2 Arten		
		mar nil	mar tho	nil tho
06	-	-	-	-
07	-	-	-	-
08	2.97	0.99	- 1.13	- 1.51
09	16.11	- 1.58	- 4.16	- 1.74
10	23.50	- 3.85	- 4.01	- 1.66
11	23.45	- 4.06	- 3.95	- 0.38
12	4.32	- 2.01	- 1.37	0.33
13	4.22	- 0.45	- 1.79	- 1.85
14	1.64	- 0.54	- 1.05	- 1.12
15	2.23	- 1.46	- 0.98	- 0.31
16	1.17	0.29	- 0.13	- 1.43
17	-	- 1.21	-	-
18	-	0.93	-	-
19	-	- 2.66	-	-
20	-	- 0.09	-	-

Tabelle 57b: Resultate tageweis gerechneter Signifikanztests über die Abstandsmediane zum Unterschied im Abstandsverhalten entsprechend der Artzugehörigkeit. Die Ergebnisse basieren auf den $ME(X)_{ind}$-Werten bei Aufzucht ohne Attrappe. Das Alter ist auf das Laichdatum bezogen.

Aufzucht ohne Attrappe

Alter ab Laich-datum	H-Tests über die $QA(X)_{ind}$-Werte aller 3 Arten	U-Tests über die $QA(X)_{ind}$-Werte von je 2 Arten		
		mar nil	mar tho	nil tho
06	-	-	-	-
07	-	-	-	-
08	13.00	3.03	- 0.35	- 3.17
09	17.09	1.63	- 3.43	- 3.48
10	5.48	- 1.37	- 2.21	- 0.98
11	4.43	- 2.32	0.00	1.13
12	0.46	- 0.57	- 0.47	0.40
13	5.32	- 1.72	0.34	2.11
14	9.81	- 1.91	0.84	3.17
15	9.63	- 3.06	- 0.11	1.89
16	8.95	- 2.52	- 0.21	2.46
17	-	- 2.39	-	-
18	-	- 3.30	-	-
19	-	- 3.23	-	-
20	-	- 3.07	-	-

Tabelle 57c: Resultate tageweis gerechneter Signifikanztests über die Streuungswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten entsprechend der Artzugehörigkeit. Die Ergebnisse basieren auf den $QA(X)_{ind}$-Werten bei Aufzucht ohne Attrappe. Das Alter ist auf das Laichdatum bezogen.

Aufzucht ohne Attrappe

Alter ab Schwimm-beginn	H-Tests über $\bar{X}_i$-Werte aller 3 Arten	U-Tests über die $\bar{X}_i$-Werte von je 2 Arten		
		mar nil	mar tho	nil tho
- 3	-	-	-	-
- 2	-	- 8.74	-	-
- 1	153.67	- 9.45	- 9.44	8.77
01	153.17	- 9.45	6.59	9.46
02	148.17	- 9.45	- 1.13	9.45
03	123.97	- 9.44	- 9.39	3.85
04	157.67	- 9.44	- 8.73	4.53
05	159.12	- 1.62	- 1.03	0.62
06	159.12	- 6.82	- 0.66	3.91
07	158.10	- 5.71	- 7.62	- 2.29
08	142.55	2.34	- 6.09	- 7.17
09	137.99	- 0.17	3.70	3.14
10	142.38	- 3.41	- 6.93	- 5.05
11	-	-	-	-
12	-	-	-	-

Tabelle 58a: Resultate von tageweis gerechneten Signifikanztests über die Zeitpunktswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten entsprechend der Artzugehörigkeit. Die Ergebnisse basieren auf den $\bar{X}_i$-Werten bei Aufzucht ohne Attrappe. Das Alter ist auf den Schwimmbeginn bezogen.

Aufzucht ohne Attrappe

Alter ab Schwimm-beginn	H-Tests über die $ME(X)_{ind}$-Werte aller 3 Arten	U-Tests über die $ME(X)_{ind}$-Werte von je 2 Arten		
		mar nil	mar tho	nil tho
- 3	-	-	-	-
- 2	-	- 1.13	-	-
- 1	17.49	- 3.93	- 3.18	1.01
01	22.40	- 4.22	1.58	3.78
02	13.56	- 3.50	- 0.32	2.42
03	14.15	- 3.57	- 2.61	0.62
04	5.25	- 2.16	- 1.08	1.19
05	0.47	0.80	0.05	0.84
06	3.19	- 1.43	- 0.37	1.56
07	0.00	0.22	- 0.42	0.44
08	5.13	0.79	- 1.32	- 2.63
09	0.31	- 0.60	0.05	0.29
10	5.49	- 0.26	- 1.63	- 2.23
11	-	-	-	-
12	-	-	-	-

Tabelle 58b: Ergebnisse von tageweis gerechneten Signifikanztests über die Abstandsmediane zum Unterschied im Abstandsverhalten entsprechend der Artzugehörigkeit. Die Ergebnisse basieren auf den $ME(X)_{ind}$-Werten bei Aufzucht ohne Attrappe. Das Alter ist auf den Schwimmbeginn bezogen.

Aufzucht ohne Attrappe

Alter ab Schwimm-beginn	H-Tests über die $QA(X)_{ind}$-Werte aller 3 Arten	U-Tests über die $QA(X)_{ind}$-Werte von je 2 Arten		
		mar nil	mar tho	nil tho
- 3	-	1.29	-	-
- 2	4.65	- 0.79	1.37	2.07
- 1	14.76	- 2.64	1.48	3.78
01	3.98	- 1.66	- 0.16	1.67
02	3.72	- 0.54	- 1.42	- 1.96
03	9.41	- 2.90	- 2.16	- 0.70
04	7.92	- 2.77	- 0.34	1.67
05	11.02	- 3.25	- 1.53	1.45
06	18.30	- 3.57	- 0.21	3.55
07	14.03	- 2.19	1.00	3.90
08	18.22	- 3.95	0.69	3.22
09	17.36	- 2.46	0.98	4.00
10	-	-	-	-
11	-	-	-	-

Tabelle 58c: Ergebnisse von tageweis gerechneten Signifikanztests über die Streuungswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten entsprechend der Artzugehörigkeit. Die Ergebnisse basieren auf den $QA(X)_{ind}$-Werten bei Aufzucht ohne Attrappe. Das Alter ist auf den Schwimmbeginn bezogen.

Aufzucht mit sichtbarer Attrappe		Ergebniswerte und deren Zuordnung zum Alter					
miteinander verglichene Arten		$ME(X)_{ind}$ LD	$ME(ME(X)_{ind})$ LD	$ME(ME(X)_{ind})$ SB	$QA(X)_{ind}$ LD	$ME(QA(X)_{ind})$ LD	$ME(QA(X)_{ind})$ SB
mar,nil,tho	(H-Test)	s	n	n	s	n	s
mar, nil	(U-Test)	n	n	n	s	s	s
mar, tho	(U-Test)	s	n	n	n	n	s
nil, tho	(U-Test)	s	n	n	s	n	n

Tabelle 59: Resultate reihenweiser Signifikanztests zum Einfluß der Artzugehörigkeit auf das Abstandsverhalten. Die Ergebniswerte von Versuchsreihen, die nach Aufzucht mit sichtbarer Attrappe erhalten wurden und sich nach der Artzugehörigkeit unterscheiden, wurden mittels H- und U-Test auf Unterschiede geprüft. "n" deutet auf nichtsignifikante, "s" auf signifikante Unterschiede hin.

Aufzucht mit sichtbarer Attrappe

Alter ab Laich-datum	H-Tests über $\bar{X}_i$-Werte aller 3 Arten	U-Tests über die $\bar{X}_i$-Werte von je 2 Arten		
		mar nil	mar tho	nil tho
06	-	-	-	-
07	-	-	-	-
08	-	-	- 8.80	-
09	-	-	- 9.02	-
10	-	-	0.89	-
11	141.70	9.37	2.14	- 9.36
12	122.21	9.45	9.45	- 8.09
13	133.39	9.28	9.32	0.84
14	126.64	5.62	4.38	- 2.29
15	138.94	4.64	0.25	- 4.04
16	139.50	1.42	- 2.99	- 3.79
17	-	- 3.52	-	-
18	-	0.90	-	-
19	-	2.64	-	-
20	-	-	-	-

Tabelle 60a: Resultate tagewcis gerechneter Signifikanztests über die Zeitpunktswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten entsprechend der Artzugehörigkeit. Die Ergebnisse basieren auf den $\bar{X}_i$-Werten bei Aufzucht mit sichtbarer Attrappe. Das Alter ist auf das Laichdatum bezogen.

Aufzucht mit sichtbarer Attrappe

Alter ab Laich-datum	H-Tests über die $ME(X)_{ind}$-Werte aller 3 Arten	U-Tests über die $ME(X)_{ind}$-Werte von je 2 Arten		
		mar nil	mar tho	nil tho
06	-	-	-	-
07	-	-	-	-
08	-	-	- 3.01	-
09	-	-	- 1.49	-
10	-	-	0.22	-
11	10.22	2.93	0.72	- 2.48
12	22.24	4.06	3.56	- 1.61
13	14.74	3.06	3.31	0.36
14	1.58	1.19	0.85	- 0.03
15	0.46	0.64	0.46	- 0.10
16	2.91	- 0.12	- 1.53	- 1.53
17	-	- 1.24	-	-
18	-	- 0.15	-	-
19	-	1.67	-	-
20	-	-	-	-

Tabelle 60b: Ergebnisse tageweis gerechneter Signifikanztests über die Abstandsmediane zum Unterschied im Abstandsverhalten entsprechend der Artzugehörigkeit. Die Ergebnisse basieren auf den $ME(X)_{ind}$-Werten bei Aufzucht mit sichtbarer Attrappe. Das Alter ist auf das Laichdatum bezogen.

Aufzucht mit sichtbarer Attrappe

Alter ab Laich-datum	H-Tests über die $QA(X)_{ind}$-Werte aller 3 Arten	U-Tests über die $QA(X)_{ind}$-Werte von je 2 Arten		
		mar nil	mar tho	nil tho
06	-	-	-	-
07	-	-	-	-
08	-	-	- 2.22	-
09	-	-	0.78	-
10	-	-	- 0.76	-
11	8.51	- 2.80	- 1.75	1.04
12	0.08	- 0.36	- 0.09	- 0.09
13	2.80	- 1.60	- 1.01	0.54
14	6.68	- 2.15	- 0.25	- 2.47
15	2.38	- 0.83	- 0.04	2.03
16	0.34	- 0.10	- 0.25	- 0.87
17	-	- 0.53	-	-
18	-	0.00	-	-
19	-	- 0.80	-	-
20	-	-	-	-

Tabelle 60c: Ergebnisse tageweis gerechneter Signifikanztests über die Streuungswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten entsprechend der Artzugehörigkeit. Die Ergebnisse basieren auf den $QA(X)_{ind}$-Werten bei Aufzucht mit sichtbarer Attrappe. Das Alter ist auf das Laichdatum bezogen.

Aufzucht mit sichtbarer Attrappe

Alter ab Schwimm-beginn	H-Tests über $\bar{X}_i$-Werte aller 3 Arten	U-Tests über die $\bar{X}_i$-Werte von je 2 Arten		
		mar nil	mar tho	nil tho
- 3	-	-	-	-
- 2	-	-	-	-
- 1	-	-	-	-
01	82.25	- 8.77	- 9.32	- 7.32
02	36.04	- 2.07	- 8.25	- 7.23
03	94.25	0.04	- 6.60	- 4.70
04	146.03	0.96	7.85	3.95
05	159.03	4.90	9.37	8.75
06	145.03	4.24	5.08	0.64
07	136.16	- 2.63	- 3.01	- 0.40
08	141.14	3.88	1.74	- 1.82
09	-	- 2.91	-	-
10	-	- 2.30	-	-
11	-	-	-	-
12	-	-	-	-

Tabelle 61a: Ergebnisse tageweis gerechneter Signifikanztests über die Zeitpunktswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten entsprechend der Artzugehörigkeit. Die Ergebnisse basieren auf den $\bar{X}_i$-Werten bei Aufzucht mit sichtbarer Attrappe. Das Alter ist auf den Schwimmbeginn bezogen.

Aufzucht mit sichtbarer Attrappe

Alter ab Schwimm-beginn	H-Tests über die $ME(X)_{ind}$-Werte aller 3 Arten	U-Tests über die $ME(X)_{ind}$-Werte von je 2 Arten		
		mar nil	mar tho	nil tho
- 3	-	-	-	-
- 2	-	-	-	-
- 1	-	-	-	-
01	21.39	- 3.64	- 3.96	- 1.16
02	3.99	0.11	- 2.01	- 1.44
03	1.60	0.19	- 1.01	- 1.22
04	4.43	0.28	2.05	1.61
05	21.37	0.32	4.29	3.88
06	3.00	1.25	1.42	1.01
07	0.83	- 0.79	- 0.62	0.49
08	1.96	1.29	0.23	- 1.10
09	-	- 1.70	-	-
10	-	- 1.04	-	-
11	-	-	-	-
12	-	-	-	-

Tabelle 61b: Ergebnisse tageweis gerechneter Signifikanztests über die Abstandsmediane zum Unterschied im Abstandsverhalten entsprechend der Artzugehörigkeit. Die Ergebnisse basieren auf den $ME(X)_{ind}$-Werten bei Aufzucht mit sichtbarer Attrappe. Das Alter ist auf den Schwimmbeginn bezogen.

Aufzucht mit sichtbarer Attrappe

Alter ab Schwimm-beginn	H-Tests über die $QA(X)_{ind}$-Werte aller 3 Arten	U-Tests über die $QA(X)_{ind}$-Werte von je 2 Arten		
		mar nil	mar tho	nil tho
- 3	-	-	-	-
- 2	-	-	-	-
- 1	-	-	-	-
01	9.73	- 3.31	- 0.94	1.37
02	0.82	- 0.50	- 0.83	- 0.52
03	1.41	- 1.15	0.20	0.87
04	22.51	- 4.45	- 1.76	3.14
05	16.54	- 3.92	- 0.77	2.83
06	9.69	- 3.00	- 0.83	2.06
07	10.54	- 2.85	- 2.11	1.70
08	0.66	- 0.70	- 0.62	- 0.27
09	-	- 1.41	-	-
10	-	- 1.51	-	-
11	-	-	-	-
12	-	-	-	-

Tabelle 61c: Ergebnisse tageweis gerechneter Signifikanztests über die Streuungswerte zum Unterschied im Abstandsverhalten entsprechend der Artzugehörigkeit. Die Ergebnisse basieren auf den $QA(X)_{ind}$-Werten bei Aufzucht mit sichtbarer Attrappe. Das Alter ist auf den Schwimmbeginn bezogen.

T.nilotica, Aufzucht ohne Attrappe
Test mit bewegter Attrappe

Alter ab Laichdatum	einmal getestet Anzahl pro Tag	einmal getestet $ME(ME(X)_{ind})$	wiederholt getestet Anzahl pro Tag	wiederholt getestet $ME(ME(X)_{ind})$
9	20+	0.99	20+	1.34
10	20	1.10	20	6.82
11	20	3.08	19	6.75
12	20	6.91	19	6.20
13	20	6.48	19	6.36
14	20	7.37	18	6.69
15	20	5.58	18	6.61

Tabelle 62: Die Tabelle enthält die Anzahlen und Tageswerte des Abstandes von zwei Versuchsreihen mit T.nilotica. Die Tiere beider Reihen stammen aus dem gleichen Gelege, wuchsen ohne Attrappe heran und wurden mit Attrappe getestet. Die Tiere der einen Reihe wurden lediglich je ein einziges Mal getestet, die Tiere der anderen Reihe wurden wiederholt von Tag zu Tag getestet.

T.tholloni, Aufzucht ohne Attrappe

Alter ab Laich-datum	Test einmal mit Attrappe		Test wiederholt mit Attrappe	
	Anzahl VTe	Abstandswerte $ME(ME(X)_{ind})$	Anzahl VTe	Abstandswerte $ME(ME(X)_{ind})$
6	20	4.45	10^{+}	1.50
7	10^{+}	1.01	10	2.97
8	10	2.94	10	6.81
9	10	5.24	10	5.97
10	10	6.75	10	7.47
11	10	6.32	10	5.96
12	10	6.23	10	6.80
13	10	6.93	10	5.23
14	10	7.50	10	6.81
15	10	7.10	10	6.04
16	10	7.54	10	5.94

Tabelle 63: Anzahlen von pro Tag getesteten T.tholloni und Abstandswerte aus zwei Versuchsreihen, bei denen die Tiere ohne Attrappe aufwuchsen und mit bewegter Attrappe getestet wurden. Die Tiere stammen aus verschiedenen Gelegen. In der einen Versuchsreihe wurden die Tiere je ein einziges Mal getestet (links). In der anderen Versuchsreihe (rechts) wurden die Tiere von Tag zu Tag wiederholt getestet.

T.mariae

Aufzucht	Test	Alter ab Laichdatum 6	7	8	9	10	11	12	13
steh.A.	steh.A.	-	s	s	s	s	n	n	n
mit bew.A.	bew.A.	-	-	s	s	s	n	n	n
ohne A.	bew.A.	-	-	s	s	s	n	n	n
sichtb.A.	bew.A.	-	-	s	s	n	n	n	n

Tabelle 64a: Angaben zu einigen Versuchsreihen mit T.mariae, an welchen Tagen der Fisher-exakt-Test auf Bindung ein signifikantes Resultat (s) hat. Die Tabelle enthält die Signifikanzangaben nur bis zum 13.Tag, da bei älteren T.mariae das Resultat stets nichtsignifikant ist.

T.nilotica

Aufzucht	Test	Alter ab Laichdatum 8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ohne A.	steh.A.	-	-	s	s	n	n	n	n	n	-	-	-	-
steh.A.	steh.A.	-	-	s	s	n	s	n	n	n	-	-	-	-
bew.A.	bew.A.	n	n	n	n	s	s	s	s	s	s	n	n	n
ohne A.	bew.A.	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
ohne A.	bew.A.e	-	s	s	n	n	n	n	n	-	-	-	-	-
ohne A.	bew.A.w	-	s	n	n	n	n	n	n	-	-	-	-	-
sichtb.A.	bew.A.	-	-	-	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
bew.A.	steh.A.	s	s	n	n	n	n	n	n	n	n	n	-	-
steh.A.	bew.A.	n	s	s	s	n	n	n	n	n	n	n	-	-

Tabelle 64b: Angaben zu einigen Versuchsreihen mit T.nilotica, an welchen Tagen der Fisher-exakt-Test auf Bindung ein signifikantes Resultat (s) bzw. ein nichtsignifikantes Resultat (n) hat.

T.tholloni

Aufzucht	Test	Alter ab Laichdatum 6	7	8	9	10	11	12	13
steh.A.	steh.A.	n	n	n	n	n	n	n	n
mit bew.A.	bew.A.	-	s	s	s	n	n	n	n
ohne A.	bew.A.e	-	s	n	n	n	n	n	n
ohne A.	bew.A.w	n	n	n	n	n	n	n	n
sichtb.bew.A.	bew.A.	-	s	n	n	n	n	n	n

Tabelle 64c: Angaben zu einigen Versuchsreihen mit T.tholloni, an welchen Tagen der Fisher-exakt-Test auf Bindung ein signifikantes (s) bzw. ein nichtsignifikantes (n) Resultat hat. Die Tabelle umfaßt nur das Alter bis zum 13. Tag ab Laichdatum, da bei älteren T.tholloni das Resultat stets nichtsignifikant ist.

Lebenslauf

Am 17.6.1939 wurde ich, Horst Pflittner, als Sohn des Kaufmanns Pichard Pflittner und seiner Frau Magda, geb. Hortung, in Breslau (heute Wroclaw) geboren.Ich wuchs in Hamburg auf.

Vom Herbst 1945 bis Ostern 1951 besuchte ich die Grundschule. Anschließend wurde ich in der "Wissenschaftlichen Oberschule Staatliches Christianeum" unterrichtet. Das Abitur legte ich am 12.2.1958 im mathematisch-naturwissenschaftlichen Zweig dieser Schule ab.

Vom Sommersemester 1958 bis zur Mitte des Sommersemesters 1960 studierte ich an der Universität Hamburg Physik, Mathematik und Chemie. Anschließend leistete ich meinen Wehrdienst in Hamburg-Rahlstedt ab.

Im Sommersemester 1962 nahm ich das Studium der Biologie an der Universität Tübingen auf.Ich studierte in den Fächern Zoologie, Botanik, Psychologie und Biochemie.Vom 1.4.1964 bis zum 31.12.1968 wurde ich von der Studienstiftung des Deutschen Volkes gefördert.

Im Wintersemester 1965 begann ich mit den Vorversuchen der Dissertation "Versuche zum Abstandsverhalten junger Tilapien (Cichlidae, Teleostei) in der Phase der Elternbindung". Die Arbeit führte ich unter Anleitung von Prof. Dr. H.-M. Peters am Zoophysiologischen Institut, Abteilung für physiologische Verhaltensforschung durch. Die Arbeit schloß ich im April 1974 ab.

Am 1.3.1972 legte ich an der Universität Tübingen, Fachbereich Biologie,die Diplomprüfung mit Zoologie als Hauptfach und den Nebenfächern Botanik, Biochemie und Psychologie ab.

Ab September 1972 arbeite ich im Deutschen Institut für Fernstudien als wissenschaftlicher Angestellter am Projekt Funkkolleg Biologie.

Seit dem 9.4.1965 bin ich verheiratet mit Elke Pflittner, geb. Fischer. Am 16.12.1965 wurde unsere Tochter Angelika, am 7.1.1973 unser Sohn Torsten geboren.

Horst Pflittner

Während meines Studiums in Tübingen waren meine verehrten akademischen Lehrer:

Frau Professor Doktor Höhn in Psychologie,

die Herren Professoren Doktoren Grell, Huber, Kulzer,Loher, Mickoleit, Möhres, Peters, Risler, Schneider, Schwartzkopff, Seifert, Wittmann in Zoologie,

Bünning, Mägdefrau, Metzner, Schwemmle, Zimmermann in Botanik,

Bergius, Heller, Kienzle, Mittenecker, Mühle, Pfahler, Scheglmann, Schulte, Steiner in Psychologie,

Buddecke, Weitzel in Biochemie.